


*Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft*

Akademia Libroservo/IfK
Kleinenberger Weg 16B
D-33100 Paderborn


Die Humankybernetik (Anthropokybernetik) umfaßt alle jene Wissenschaftszweige, welche nach dem Vorbild der neuzeitlichen Naturwissenschaftversuchen, Gegenstände, die bisher ausschließlich mit geisteswissenschaftlichen Methoden bearbeitet wurden, auf Modelle abzubilden und mathematisch zu analysieren. Zu den Zweigen der Humankybernetik gehören vor allem die Informationspsychologie (einschließlich der Kognitionsforschung, der Theorie über „künstliche Intelligenz" und der modellierenden Psychopathometrie und Geriatrie), die Informationsästhetik und die kybernetische Pädagogik, aber auch die Sprachkybernetik (einschließlich der Textstatistik, der mathematischen Linguistik und der konstruktiven Interlinguistik) sowie die Wirtschafts-, Sozial- und Rechtskybernetik. - Neben diesem ihrem hauptsächlichen Themenbereich pflegen die GrKG/Humankybernetik durch gelegentliche Übersichtsbeiträge und interdisziplinär interessierende Originalarbeiten auch die drei anderen Bereiche der kybernetischen Wissenschaft: die Biokybernetik, die Ingenieurkybernetik und die Allgemeine Kybernetik (Strukturtheorie informationeller Gegenstände). Nicht zuletzt wird auch metakybernetischen Themen Raum gegeben: nicht nur der Philosophie und Geschichte der Kybernetik, sondern auch der auf kybernetische Inhalte bezogenen Pädagogik und Literaturwissenschaft. -

*La prihoma kibernetiko (antropokibernetiko) inkluzivas ĉiujn tiajn sciencobranĉojn, kiuj imitante la novepokan naturscienccon, klopodas bildigi per modeloj kaj analizi matematike objektojn ĝis nun pritraktitajn ekskluzive per kulturscienccaj metodoj. Apartenas al la branĉaro de la antropokibernetiko ĉefe la kibernetika psikologio (inkluzive la ekkon-esploron, la teoriojn pri „artefarita intelekto" kaj la modeligajn psikopatometrion kaj geriatrion), la kibernetika estetiko kaj la kibernetika pedagogio, sed ankaŭ la lingvokibernetiko (inkluzive la tekststatistikon, la matematikan lingvistikon kaj la konstruan interlingvistikon) same kiel la kibernetika ekonomio, la socikibernetiko kaj la jurkibernetiko. - Krom tiu ĉi sia ĉefa temaro per superrigardaj artikoloj kaj interfake interesigaj originalaj laboraĵoj GrKG/HUMANKYBERNETIK flegas okaze ankaŭ la tri aliajn kampojn de la kibernetika scienco: la biokibernetikon, la inĝenierkibernetikon kaj la ĝeneralan kibernetikon (strukturteorion de informecaj objektoj). Ne lastavice trovas lokon ankaŭ metakibernetikaj temoj: ne nur la filozofio kaj historio de la kibernetiko, sed ankaŭ la pedagogio kaj literaturscienco de kibernetikaj sciaĵoj. -*

Cybernetics of Social Systems comprises all those branches of science which apply mathematical models and methods of analysis to matters which had previously been the exclusive domain of the humanities. Above all this includes *information psychology* (including theories of cognition and 'artificial intelligence' as well as psychopathometrics and geriatrics), *aesthetics of information* and *cybernetic educational theory*, *cybernetic linguistics* (including text-statistics, mathematical linguistics and constructive interlinguistics) as well as *economic*, *social* and *juridical cybernetics*. - In addition to its principal areas of interest, the GrKG/HUMANKYBERNETIK offers a forum for the publication of articles of a general nature in three other fields: *biocybernetics*, *cybernetic engineering* and *general cybernetics* (theory of informational structure). There is also room for *metacybernetic* subjects: not just the history and philosophy of cybernetics but also cybernetic approaches to education and literature are welcome.

*La cybernétique sociale contient tous le branches scientifiques, qui cherchent à imiter les sciences naturelles modernes en projetant sur des modèles et en analysant de manière mathématique des objets, qui étaient traités auparavant exclusivement par des méthodes des sciences culturelles („idéographiques"). Parmi les branches de la cybernétique sociale il y a en premier lieu la psychologie informationelle (inclues la recherche de la cognition, les théories de l'intélligence artificielle et la psychopathométrie et gériatrie modeliste), l'esthétique informationelle et la pédagogie cybernétique, mais aussi la cybernétique linguistique (inclues la statistique de textes, la linguistique mathématique et l'interlinguistique constructive) ainsi que la cybernétique en économie, sociologie et jurisprudence. En plus de ces principaux centres d'intérêt la revue GrKG/HUMANKYBERNETIK s'occupe - par quelques articles de synthèse et des travaux originaux d'intérêt interdisciplinaire - également des trois autres champs de la science cybernétique: la biocybernétique, la cybernétique de l'ingenieur et la cybernétique générale (théorie des structures des objets informationels). Une place est également accordée aux sujets métacybernétiques mineurs: la philosophie et l'histoire de la cybernétique mais aussi la pédagogie dans la mesure où elle concernent la cybernétique.*


ISSN 0723-4899



**Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft**

Internationale Zeitschrift für Modellierung und Mathematisierung in den Humanwissenschaften
*Internacia Revuo por Modeligo kaj Matematikizo en la Homsciencoj*
International Review for Modelling and Application of Mathematics in Humanities
*Revue internationale pour l'application des modèles et de la mathématique en sciences humaines*
Rivista internazionale per la modellizzazione matematematica delle scienze umane

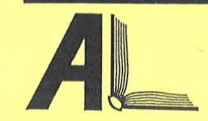



HUMANKYBERNETIK

**Inhalt * Enhavo * Contents * Sommaire * Indice**


**Band 42 * Heft 3 * Sept. 2001**




**Akademia Libroservo**

***Die GRUNDLAGENSTUDIEN AUS KYBERNETIK UND GEISTESWISSENSCHAFT***

*(grkg/Humankybernetik) wurden 1960 durch Max BENSE, Gerhard EICHHORN und Helmar FRANK begründet. Sie sind z.Zt. offizielles Organ folgender wissenschaftlicher Einrichtungen:*

*(Deutsche) Gesellschaft für Kybernetik e.V.*
*- vormals Institut für Kybernetik Berlin / Gesellschaft für Kommunikationskybernetik -*
*(Vorsitzender: Prof.Dr.phil.habil. Heinz Lohse, Leipzig, D)*

*TAKIS - Tutmonda Asocio pri Kibernetiko, Informadiko kaj Sistemiko*
*(prezidanto: AProf.Dr.habil. Eva Poláková, Nitra, SK)*

*AKADEMIO INTERNACIA DE LA SCIENCOJ (AIS) San Marino*
*publikigadas siajn oficialajn sciigojn komplete en grkg/Humankybernetik*

**Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft**

Internationale Zeitschrift für Modellierung und Mathematisierung in den Humanwissenschaften
*Internacia Revuo por Modeligo kaj Matematikizo en la Homsciencoj*
International Review for Modelling and Application of Mathematics in Humanities
*Revue internationale pour l'application des modèles et de la mathématique en sciences humaines*




HUMANKYBERNETIK

**Inhalt * Enhavo * Contents * Sommaire * Indice** **Band 42 * Heft 3 * Sept. 2001**





Akademia Libroservo

Institut für Kybernetik, Kleinenberger Weg 16 B, D-33100 Paderborn, Tel.:(0049-/0)5251-64200, Fax: -163533



| Verlag und Anzeigenverwaltung | Eldonejo kaj anonc-administrejo | Publisher and advertisement administrator | Edition et administration des annonces |
|---|---|---|---|



**Akademia Libroservo - Internacia Eldongrupo Scienca:**
AIEP - San Marino, Esprima - Bratislava, Kava-Pech - Dobrichovice/Praha
IfK GmbH - Berlin & Paderborn,
Gesamtherstellung: **IfK GmbH**
Verlagsabteilung: Kleinenberger Weg 16 B, D-33100 Paderborn,
Telefon (0049-/0-)5251-64200 Telefax: -163533
http://grkg.126.com/

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich (März, Juni, September, Dezember). Redaktionsschluß: 1. des vorigen Monats. - Die Bezugsdauer verlängert sich jeweils um ein Jahr, wenn bis zum 1. Dezember keine Abbestellung vorliegt. - Die Zusendung von Manuskripten (gemäß den Richtlinien auf der dritten Umschlagseite) wird an die Schriftleitung erbeten, Bestellungen und Anzeigenaufträge an den Verlag. - Z. Zt. gültige Anzeigenpreisliste auf Anforderung.

*La revuo aperadas kvaronjare (marte, junie, septembre, decembre). Redakcia limdato: la 1-a de la antaŭa monato. - La abondaŭro plilongiĝas je unu jaro se ne alvenas malmendo ĝis la unua de decembro. - Bv. sendi manuskriptojn (laŭ la direktivoj sur la tria kovrilpaĝo) al la redakcio, mendojn kaj anoncojn al la eldonejo. - Momente valida anoncprezlisto estas laŭpete sendota.*

This journal appears quarterly (every March, Juni, September and December). Editoial deadline is the 1st of the previous month. - The subscription is extended automatically for another year unless cancelled by the 1st of December. - Please send your manuscripts (fulfilling the conditions set our on the third cover page) to the editorial board, subscription orders and advertisements to the publisher. - Current prices for advertisements at request.

*La revue est trimestrielle (parution en mars, juin, septembre et décembre). Date limite de la rédaction: le 1er du mois précédent. L'abonnement se prolonge chaque fois d'un an quand une lettre d'annulation n'est pas arrivée le 1er décembre au plus tard. - Veuillez envoyer, s.v.p., vos manuscrits (suivant les indications de l'avant-dernière page) à l'adresse de la rédaction, les abonnements et les demandes d'annonces à celle de l'édition. - Le tarif des annonces en vigueur est envoyé à la demande.*

Bezugspreis: Einzelheft 20,-- DM; Jahresabonnement: 80,-- DM plus Versandkosten.



Druck: Druckerei Reike GmbH, D-33106 Paderborn

grkg / Humankybernetik
Band 42 · Heft 3 (2001)
Akademia Libroservo / IfK

## Lehrstoffinformation und Lernwahrscheinlichkeit

von Helmar G. FRANK, Paderborn (D)

Aus dem Lehrgebiet *Kybernetische Pädagogik und Bildungstechnologie* der Universität Paderborn

### 1. *Der Problemkomplex*

Im informationspsychologischen Schrifttum finden sich zwei kaum miteinander verbundene Ansätze zu einer Theorie des Einlernens ins vorbewusste Gedächtnis („Auswendiglernen“): ein (früherer) *informationspsychologischer* (er findet sich schon in Frank, 1959, §3.6 und 1960, §§ 5-6) und ein (späterer) *probabilistischer* (explizit auf das extrem vereinfachende ALZUDI-Lernmodell reduziert in Frank, 1972).

Der informationstheoretische Ansatz geht von einer Aufnahmeschnelle $C_v$ des vorbewussten Gedächtnisses aus, die vom Alter $A$ und - im Verlauf der Ermüdung, die zu einem Zeitpunkt $t^* > 0$ beginnt - auch vom Lernzeitpunkt abhängig ist, kurz: $C_v = C_v(A;t)$. Da $C_v$ sich bis $t^*$ durch Ermüdung noch nicht, und durch Reifung (vernachlässigbare Alterszunahme bis $A + t^*$) nicht *merklich* ändert, wird demnach in der Zeit $0 \leq t \leq t^*$ *insgesamt* die Information $C_v(A;0)\cdot t$ gelernt (allgemein die Information ${}_0\int^t C_v(A;t)dt$). Diese insgesamt gelernte Information besteht aber - aus der *wertenden* Sicht des (Lerner-)externen, nämlich pädagogischen Beobachters (insbesondere des Lehrers) - normalerweise nicht ausschließlich sondern nur zu einem (*Effikanz* genannten) Anteil $0 < \eta < 1$ aus *Lehrstoffinformation* - der Rest wird bei der Bestimmung der Annäherung an das extern gesetzte Lehrziel nicht gewertet. Von der Lernfähigkeit $C_v$ (einer Komponente der Psychostruktur P des Lerners) wird also zu jedem Zeitpunkt $t$ der Anteil $\eta(t)$ für das Lernen von *Lehrstoff*information verwendet. Mit der Geschwindigkeit $(1-\eta(t))\cdot C_v$ nimmt der Lerner in sein Gedächtnis Information auf, die der externe Beobachter (z.B. der Lehrer) als nicht lernwürdig wertet: erstens („ästhetische“) Information über die Art B der Lehrstoffdarbietung („Verpackung“), zweitens sich zufällig überlagernde Zusatzinformation aus der Lernumwelt (Soziostruktur S), aber drittens auch Information aus abschweifenden Gedanken bei nachlassendem oder noch nicht erwecktem Interesse (also lernerintern erzeugte Information). Die im Zeitintervall $[0;t]$ gelernte *Lehrstoff*information ist also

(1a) $I(t) = {}_0\int^t \eta(t)\cdot C_v(A;t)dt$

Für $t \leq t^*$ und die mittlere Effikanz $\eta = ({}_0\int^t \eta(t)dt)/t$ vereinfacht sich der Ausdruck zu

(1b) $I(t) = \eta\cdot C_v(A;0)\cdot t$

Da der Lerner die Effikanz höchstens soweit beeinflussen kann, soweit er das Lehrziel Z des Lehrenden kennt und zu seinem Lernziel machen kann, ist $\eta$ - anders als $C_v$ - keine lernpsychologische (P-abhängige) sondern eine pädagogische Größe. Nur durch eine pädagogische Brille ist ein (brillenspezifischer, nämlich Z-abhängiger) Unterschied zwischen Lehrstoffinformation und Darbietungsinformation zu sehen.

Der probabilistische Ansatz berücksichtigt (ohne dass dies stets ausdrücklich gesagt würde), dass die Apperzeptionsschnelle $C_K$ erheblich größer ist als die Lerngeschwindigkeit $C_v$, so dass nur der Anteil $\bar{a} = C_v / C_K$ der ins Bewusstsein eingetretenen (Lehrstoff-, Darbietungs-, Umwelt- und Abschweifungs-)Information auch ins vorbewusste Gedächtnis dringt. Relevant ist indessen nicht dieser Gesamtdurchschnittswert $\bar{a}$, relevant sind nur die Lernwahrscheinlichkeiten $a$ der als zum Lehrstoff L gehörend gewerteten Elemente. Ziel der Didaktik ist, diese Lehrstoffelemente lehrmethodisch (durch passendes B) so in ästhetische Information einzukleiden (und im übrigen Abschweifungs- und apperzipierte Umweltinformation möglichst klein zu halten), dass ihre Lernwahrscheinlichkeiten $a$ möglichst weit über dem (für Erwachsene geltenden) Durchschnittswert $\bar{a} \approx 1/23 \approx 4\%$ liegen. Als groben Durchschnittswert der Lernwahrscheinlichkeit der *Lehrstoff*elemente für *Erwachsene* legt z.B. die *w-t*-Didaktik $a = 13\%$ zugrunde. Aber zweifellos ist $a$ keine universelle Konstante, sondern hängt vom jeweiligen Lehrstoffelement (L), vom Lerner (P) und von der Art der Darbietung (B), ihren Mitteln (M) und der herrschenden Umweltsituation (S) ab. Für das Lernen der aktiven (produktiven) Beherrschung von Vokabeln führt beispielsweise der probabilistische Ansatz auf eine mit der Vokabellänge $L$ sinkende Lernwahrscheinlichkeit

(2) $a = a_0 \,.\, A^L$ mit $0 < A < 1$.

Der *bessere* Unterricht ist nach dem *informationspsychologischen* Ansatz durch *höhere Effikanz*, nach dem probabilistischen Ansatz durch *höhere Lernwahrscheinlichkeit* (bei gleicher - oder kürzerer - Darbietungszeit $\tau$) gekennzeichnet. Wie hängen beide Größen theoretisch und empirisch zusammen? Ist die Annahme theoretisch und empirisch stützbar und didaktisch verwertbar, die Lernwahrscheinlichkeit $a$ sei dem (im Schrifttum voreilig gleich bezeichneten!) Maß $a$ (besser: $\alpha$) der Auffälligkeit (Penentranz) proportional, das wir (Frank, 1969, §3.17 in Verallgemeinerung unserer früheren, den „Maximumeffekt" begründenden, spezielleren Fassung) allgemein definierten? Ist die - zweifellos mit der Darbietungsdauer $\tau$ steigende - Lernwahrscheinlichkeit $a(\tau)$ durch geeignet gewähltes $\tau$ optimierbar? Ist die Lernwahrscheinlichkeit (wie?) vom Informationsgehalt der Lehrstoffelemente abhängig? Kann das Lernen von Zeichenketten (z.B. Vokabeln) durch komplexbildendes Superieren statt durch versuchtes ganzheitliches Lernen der jeweiligen Zeichenkette (Vokabel) erleichtert werden?

Auf der Grundlage einer Wissenschaftsrevision der Informationspsychologie, die dazu wenigstens alle einschlägigen Originalarbeiten des „kanonischen Schrifttums" (Pinter, 1998) auszuwerten hätte, müsste es gelingen, eine kohärente informationspsychologische Theorie so weiterzuentwickeln, dass durch sie diese Einzelfragen in empirisch kontrollierbarer Weise beantwortbar werden. Zu dieser Weiterentwicklung soll im Folgenden beigetragen werden.



## 2. *Lernwahrscheinlichkeit und Effikanz*

Die Verbindung zwischen Lernwahrscheinlichkeit $a$ und Effikanz $\eta$ liegt nahe, tauchte aber erst spät im Schrifttum auf - spätestens im Lehrbuch „*Bildungskybernetik*" (Frank, 1996, Formel 10.6). Werden in der Gesamtzeit $\tau$ insgesamt $m$ Lehrstoffelemente gleichen Informationsgehalts $I/m =: I_E$ in gleicher Weise je einmalig je in der Zeit $\tau_E := \tau/m$ angeboten und apperzipiert, so dass mit gleicher Wahrscheinlichkeit $a$ jedes von ihnen gelernt wird, also voraussichtlich $a \cdot m$ Elemente, dann ist die damit vom Gesamtlehrstoff $I$ gelernte Information $I(\tau) = a \cdot m \cdot I_E = a \cdot I$. Wird der Anteil $\eta$ der Lernschnelle $C_v$ für das Lehrstofflernen verwendet, dann wird andererseits in der Zeit $\tau$ die Information $I(\tau) = \eta C_v \tau \ (\leq I)$ gelernt. Aus der Gleichsetzung des probabilistischen mit dem informationspsychologischen Ausdruck folgt

(3a) $a = \eta C_v \tau / I \ (= \eta\beta$, mit der „Breite" $\beta := C_v \tau / I)$

(3b) $\eta = aI/(C_v \tau) \ (= a/\beta)$

Für die Lernleichtigkeit λ gibt es wegen (3a) zwei äquivalente Definitionen:

(4) $\lambda := a/\tau = \eta C_v / I =: \lambda$

## 3. *Optimierung der Lernwahrscheinlichkeit a durch geeignete Dauer $\tau$*

Im Verlauf der je einmaligen Darbietungszeit der Lehrstoffelemente ändert sich durch Reifung oder Ermüdung $C_v$ nur vernachlässigbar wenig. Wir vernachlässigen auch die eventuelle Abnahme der subjektiven Lehrstoffinformation $I$, die durch informationelle Akkomodation möglich ist, wenn die Lehrstoffelemente (z.B. Vokabeln) aus Unterzeichen aus einem übereinstimmenden Repertoire (Buchstaben) mit fester, also unbewusst (vom Akkomodator) lernbarer Wahrscheinlichkeitsverteilung bestehen. (Im Falle von ILo-Vokabeln kann der anfängliche Schwund von $I$ aus Bild 2 in Frank, 1984b, entnommen werden.) Dennoch darf aus (3a) nicht auf ein $\tau$-proportionales Wachstum von $a$ (auch nicht bis $a = 1$) geschlossen werden (also nicht auf eine von der Darbietungszeit unabhängige Lernleichtigkeit). Jedoch darf vorausgesetzt werden, dass nicht apperzpierte Lehrstoffelemente nicht lernbar sind, dass also für sie $a = 0$ gilt. Die Apperzeptionsschnelle hängt vom Grad der Reifung und von anderen Variablen ab (Intelligenz, Gehirnzustand). Aus den frühen Untersuchungen von Howes und Solomon (1951) kann geschlossen werden, dass keines der in Abschnitt 2 zugrundegelegen Lehrstoffelemente in $\tau_E < I_E / C_K$ apperzipiert wird. Daher ist für unterschwellig kurzes Darbieten $a = 0$, wobei die Schwellenzeit $\tau_S = mI_E/C_K = I/C_K$ beträgt.

Die Funktion $a(\tau)$ kann empirisch bestimmt oder aus einem empirisch kontrollierbaren Modell theoretisch deduziert werden. Sicher übersteigt sie die obere Schranke $a = 1$ für keine noch so lange Darbietungszeit. Ab der Schwelle $\tau_S$ muss $a$ monoton steigen (Bild 1).

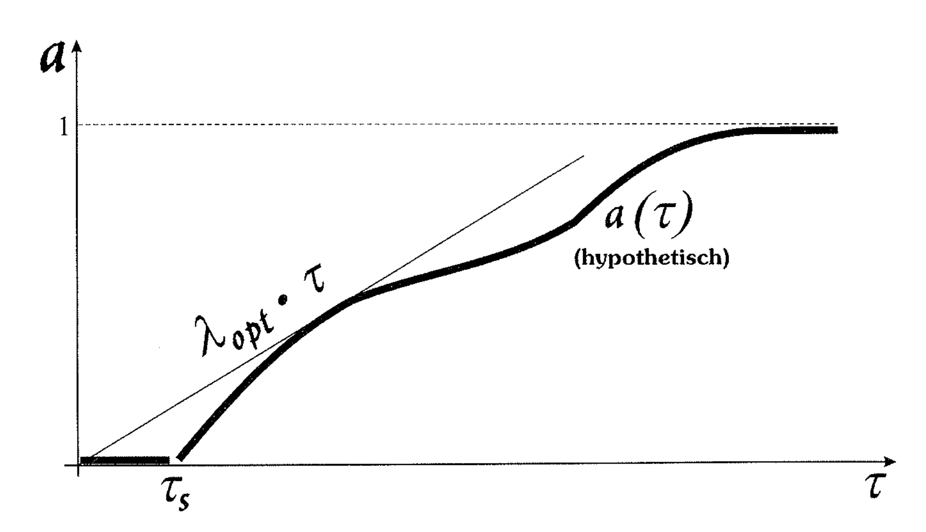



**Bild 1**: Die Lenwahrscheinlichkeit steigt für überschwellige Wahrnehmungszeiten $\tau > I/C_K$ irgendwie monoton mit $\tau$, z.B gemäß dem hypothetisch eingezeichneen Kurvenverlauf. Die optimale Lernleichtigkeit $\lambda = a(\tau)/\tau$ ist die Steigung derjenigen Ursprungsgeraden durch einen Kurvenpunkt, die von der Kurve nirgends überschritten wird.

Zugleich steigt ab dort auch die Lernleichtigkeit $\lambda(\tau)$= a$(\tau)/\tau$, fällt aber hernach für unbeschränkt wachsendes $\tau$ wieder (asymptotisch) auf 0. Die Lernleichtigkeit muss also (mindestens) ein Maximum $\lambda_{max}=\lambda_{opt}$ haben (Bild 1). Die dieses Maximum bewirkende und in diesem Sinne optimale Präsentationszeit heiße $\tau_{opt}$. Die sich aus beiden Werten nach (4) berechnende Lernwahrscheinlichkeit ist im selben Sinne optimal:

(5) $a(\tau_{opt}) = \lambda_{max} \cdot \tau_{opt}$

Dass maximale Lernleichtigkeit zum Optimierungskriterium gemacht wird, ist natürlich. Denn bei fehlender Bahnung, also bei von Lernversuch zu Lernversuch konstantem $a$, ist der Erwartungswert der Zahl der bis zum Lernerfolg nötigen Lernversuche $w = 1/a$. Also ist die zu erwartende Lernzeit $w \cdot \tau = \tau / a = 1/\lambda$ minimal bei maximaler Lernleichtigkeit.

Wurde $a(\tau)$ aus einem Modell als differenzierbare Funktion ermittelt, dann ergibt sich $\tau_{opt}$ aus der (notwendigen) Bedingung $\lambda'(\tau) = 0$. Nach (4) heißt dies

(6a) $(a'\tau - a) / \tau^2 = 0$ also (6b) $a' = a/\tau$

Gesucht ist also diejenige (oder eine) Präsentationsdauer $\tau_{opt}$, für welche die Tangente an $a(\tau)$ dieselbe Steigung hat, wie die Verbinungsgerade des Berührungspunktes mit dem Ursprung, also mit dieser identisch ist. Gibt es mehrere solche Punkte, dann kennzeichnet derjenige das Optimum, zu welchem die Ursprungsgerade größter Steigung führt. Dieser Punkt ist auch bei einer empirisch aufgenommenen oder einer nicht überall differenzierbaren Funktion unschwer graphisch zu finden. Im Falle der Nichtdifferenzierbarkeit wird statt einer Tangente allgemeiner diejenige Verbindungslinie eines Punktes ($\tau$; $a(\tau)$) mit dem Ursprung gesucht, welche die Kurve nirgends schneidet.



4. *Lernwahrscheinlichkeit und Information*

Nimmt ein Lerner optisch (oder taktil) ein unverändert ausreichend lang angebotenes Lehrstoffelement auf, dann lässt er sich dazu eine Zeit $\tau_E$, die ausreicht, um die subjektive Information des Lehrstoffelements zu apperzipieren - und mindestens teilweise, nämlich soweit sie ihn interessiert, auch die mit angebotene ästhetische Information. (Den Fall fremdgesteuerter Dauer der - akustischen oder audiovisuellen - Darbietung der Lehrstoffelemente betrachten wir im Folgenden nicht mehr ausdrücklich mit.)

Die ästhetische Information kann vom Lehrstoffelement unabhängig willkürlich, als zufällige *Hintergrund*information beigefügt sein, wie es im Experiment von Graf und Illner (1970) geschah. (Beispiel: man kann eine Vokabel auf ein blaues oder rotes Kärtchen drucken.) Diese Art ästhetischer Information ist für die Wahrnehmbarkeit nicht notwendig und vom Wahrnehmer meist leicht als bloßes Beiwerk von der „eigentlichen“ Information trennbar und wegdenkbar, so wie Schmuck vom Geschmückten. Dagegen ist die *Form*, in welcher die „eigentliche“ Information erscheint, eine unablösbare „Mitinformation“, so wie die augenblickliche Körperhaltung, ohne welche unser Körper weder zeigbar noch apperzipierbar ist. (Beispiel: Man kann eine Vokabel blau oder rot drucken.) Es bedarf eines unbewusst im Akkomodator stattfindenden Prozesses klassenbildenden Superierens, bis nur noch die (meist nicht rational beschreibbare) „Invariante“ (die Äquivalenzklasse) apperzipiert wird. Wie dem Experiment von Morin, Forrin und Archer (1961) mit der von uns gegebenen Erklärung (Frank, 1969, Bd. 2, S. 117 - 119) zu entnehmen ist, kann der Akkomodator auch diese Art von Irrelevanz ausfiltern, wobei sein superierendes Lernen eine Zeit beansprucht, die in schwer beschreibbarer Weise mit der Unähnlichkeit der äquivalenten Formen untereinander steigt. (Beipiel: g und **g** ähneln sich mehr al **g** und *G*.) Wir umgehen diese tiefliegende Problematik, indem wir grob zwischen „anhaftender“ und „nicht anhaftender“ (sondern „beigestreuter“) ästhetischer Information unterscheiden: von dieser Bei(meist: Schmuck)information kann „problemlos sofort“ abstrahiert werden, von jener Mit(meist: Form)information dagegen nicht, sondern erst nach einem Lernprozess des klassenbildenden Superierens.

Wir betrachten zunächst nur die einmalige, durch Sinneswahrnehmung bewirkte Apperzeption eines einzigen Lehrstoffelements ($m = 1$) mit der (subjektiven) Information $I$, der anhaftenden ästhetischen Information $I_ä$ (zusammen $I + I_ä = I^*$) und einer nicht anhaftenden, aber den Wahrnehmer interessierenden, von ihm also wie die Mitinformation $I_ä$ mit apperzipierten, zusätzlichen ästhetischen Information $I^+$ (die nur ein Teil der Beiinformation zu sein braucht). Der Lerner betrachtet das Element während der Zeit

(7) $\tau = (I + I_ä + I^+) / C_K = (I^* + I^+) / C_K$

wenn er ihm nicht aufgrund einer Lernmotivation absichtlich seine Aufmerksamkeit länger zuwendet.

Geleitet von introspektiv gewonnener Einleuchtung entwickeln wir ein gedankliches Ablaufmodell des Lernprozesses, das physikalisch realisierbar, so weit wie möglich de-

terministisch und durch Bausteine rekonstruierbar ist, wie sie sich im menschlichen Gehirn finden. Soweit das Verhalten dieses Modells menschliches Verhalten beschreibbar und vorhersehbar macht, soweit erklärt es dieses. Offen bleibt (und interessiert zwar den Biokybernetiker, nicht aber den Kommunikationskybernetiker), ob das als Modell benutzte *mögliche* System, oder welches dazu äquivalente andere, im Gehirn *verwirklicht* ist. (Wir verzichten hier sogar auf den Nachweis der physikalischen oder gar biologischen Realisierbarkeit, ohne die Suche nach solchermaßen realisierbaren Modellen als Leitlinie humankybernetischer Forschung aufzugeben.)

Während der Schwellenzeit $\tau_S$ dringt das Lehrstoffelement in den Kurzspeicher K ein. Das vorbewusste Gedächtnis V kann einstweilen noch mit dem Aufnehmen eines früheren Bewusstseinseintritts eines Lehrstoffelements oder eines beigestreuten, interessierenden Schmuckelements beschäftigt sein. Jedes neu ins Bewusstsein tretende Element verweilt bis zum Ablauf der Gegenwartsdauer in K und ist einstweilen in V hineinkopierbar (umgangssprachlich: „auswendig lernbar"). Nach Abschluss dieses Lernakts kopiert sich V das nunmehr soeben in K eintretende Element, was - je nach dem Startzeitpunkt des Kopierakts - während des ganzen oder eines Teils des Apperzeptionsprozesses geschieht, jedenfalls aber (wegen $C_v < C_K$) auch noch einige Augenblicke („subjektive Zeitquanten") nach abgeschlossener Apperzeption. Nach dieser deterministischen Vorstellung ist ein solcher Lernakt mit *Sicherheit* erfolgreich (abweichend von dem fiktiv physikalisch realisierten, probabilistischen ALZUDI-Lernmodell, das z.B. in Frank, 1984a, S. 41 veranschaulicht ist). Nur wegen (1) der im Verhältnis zur Apperzeptionszeit wesentlich längeren Lernzeit und (2) der Zufälligkeit der Aufeinanderfolge der dargebotenen Elemente kann (1) nur ein Teil $a$ von $I^*$ gelernt werden, und ist (2) $a$ die *Wahrscheinlichkeit*, dass ein bestimmtes Element bei einem *bestimmten* seiner Eintritte in K von V kopiert wird. Theoretisch erlaubt es dieses Modell, durch geeignete Aufeinanderfolge der Elemente unter Berücksichtigung des zeitlichen Ineinandergreifens von Apperzeptions- und Lernakten trotz fest vorgegebener relativer Häufigkeit $h < 1$ eines Elements dafür zu sorgen, dass es mit Sicherheit schon bei seinem ersten Apperzipiertwerden gelernt wird - oder umgekehrt, dass es bei jedem Eintritt in K dem Kopiertwerden in V entgeht. Das Lernmodell ist also an sich deterministisch. Da aber der einzelne *Lehr*akt praktisch nie genau an den momentanen Zustand des Lernsystems angepasst werden kann, erscheint das Lernen als Zufallsprozess mit theoretisch und empirisch bestimmbaren Wahrscheinlichkeiten.

Wird das *Lehrstoffelement* in V kopiert, dann erfordert dies die Zeit $I^*/C_v$ - erst nach dieser Zeit wird mit dem Kopieren des dann im „Blickpunkt der Aufmerksamkeit" befindlichen Elements begonnen. Begann aber der Kopiervorgang zu einem Augenblick, zu dem gerade ein Schmuckelement der in $I^+$ enthaltenen Information $i_k$ ins Bewusstsein trat, dann dauert der Kopierakt die Zeit $i_k / C_v$. Da es keinen vom externen Beobachter (Lehrer) unabhängigen Unterschied zwischen Lehrstoffelemenen und Beiinformation gibt (zum Vokabellernen kann der Lehrer auch Vokabeln einstreuen, deren Kenntnis er nicht zu prüfen beabsichtigt), können wir nun allgemein davon ausgehen, dass ein in der Zeit $\tau$ apperzipierter „Lehrschritt" aus einer Folge von $N$ Elementen aus einem Repertoire von $u$ verschiedenen Elementen besteht, die mit relativen Häufigkeiten $h_k$ auftreten



und vom Akkomodator A dem Kurzspeicher K durch Codewörter der Länge $i_k$ Binärzeichen (Bit) übermittelt werden. Der Akkomodator nimmt pro subjektivem Zeitquant (SZQ - beim durchschnittlichen Erwachsenen etwa 1/16 sec) gerade ein Bit auf und damit 1 bit subjektiver Information. Daher ist $i_k$ als subjektive Information des Elements Nr. $k$ zu interpretieren, und die mittlere subjektive Information $H_{sub}$ der $u$ verschiedenen Elemente ist $H_{sub} = \Sigma\, h_k \cdot i_k$. Die im Lehrschritt enthaltenen *Lehrstoff*elemente mögen die Nummern 1, 2, ..., $L \leq 1$ haben. Wenn - wie wir zunächst als einfachsten Spezialfall unterstellten - im Lehrschritt nur ein einziges Lehrstoffelement auftritt, und zwar nur einmal, dann ist speziell $L = 1$ und $h_L = 1/N$. Die gesamte Lehrschrittinformation $N \cdot H_{sub}$ wird dann zur Summe der Information dieses einzigen Lehrstoffelements ($i_L = I^*$) und der Summe der Informationsbeiträge aller Beielemente ($I^+$):

(8) $N \cdot H_{sub} = I^* + I^+$

Die Wahrscheinlichkeit $a_L$, dass in dieser Zeit $\tau_S < \tau < i_k / C_v$ das Lehrstoffelement Nummer $L$ aus K in V kopiert wird, ist gleich der Summe aller Wahrscheinlichkeitsprodukte, dass zuvor zufällig das Element Nr. $k$ kopiert wurde ($h_k \cdot i_k / H_{sub}$), mal der bedingten Wahrscheinlichkeit ($\tau / (i_k / C_v)$), dass es dann in der Zeit $\tau$ zu einem nächsten Kopierakt kommt (die Zeit $\tau$ könnte verstrichen sein, bevor der vorangegangene Kopierakt abgeschlossen ist!) mal der Wahrscheinlichkeit ($h_L \cdot i_L / H_{sub}$) dass es unter dieser Voraussetzung zum Kopieren des Elements Nr. $L$ kommt:

$$(9)\quad a_L = \sum_{k=1}^{u} \frac{h_k \cdot i_k}{H_{sub}} \cdot \frac{\tau}{i_k / C_v} \cdot \frac{h_L \cdot i_L}{H_{sub}} = \tau \cdot C_v \cdot \alpha_L / H_{sub}$$

Dabei bezeichnet $\alpha_k = h_k \,.\, i_k / H_{sub}$ die Auffälligkeit im informationspsychologischen Wortsinn (Frank, 1969, Bd. 1, §3.17). In unserem Modell ist sie offensichtlich die Wahrscheinlichkeit, dass das von V zufällig erfasste, weil im Blickpunkt (am Anfang) von K stehende Bit zum Codewort des Elements $k$ gehört, so dass dieses insgesamt in V hineinkopiert wird.

Die Lernleichtigkeit

(10) $\lambda_L = a_L / \tau = C_v . \alpha_L / H_{sub}$

erweist sich also für $\tau_S < \tau < H_{sub}/C_v$ als unabhängig von $\tau$, d.h. in diesem Intervall sind alle Wahrnehmungsdauern des Lehrschritts optimal. (Dies war vor Jahren ein Nebenergebnis einer empirischen Pilotstudie des Verfassers, die nicht nur wegen des geringen Umfangs sondern auch wegen der damaligen Zweifel am Zutreffen dieses Sachverhalts unveröffentlicht blieb.) Da nach Voraussetzung der Lerner selbst $\tau$ bestimmt, ist ferner

(11a) $\tau = NH_{sub}/C_K$

- im Spezialfall nach (8)

(11b) $\tau = (I^* + I^+)/C_K$

- und damit

(12a) $a_L = \alpha_L \cdot (C_v/C_K) \cdot N = \alpha_L . \bar{a} . N$

Sind die Elemente mit den Nummern 1, 2, ..., $L$ Varianten desselben Lehrstoffelements, das in verschiedener Gestalt (Druckfarbe, Platz auf Druckseite, Schriftart, ...)

apperzipiert wird, dann ist die Wahrscheinlichkeit, dass es in mindestens einer dieser Formen ins Gedächtnis gelangt

(12b) $\sum_{k=1}^{L} a_k = \bar{a} N \sum_{k=1}^{L} \alpha_k$

Die Lernwahrscheinlichkeit steigt also nach (9) proportional zur Wahrnehmungszeit, zur Lerngeschwindigkeit und zur Auffälligkeit, sowie umgekehrt proportional zur mittleren Information der Elemente des Lehrschritts - oder, nach (12a,b), proportional zur Lehrschrittlänge N, zur Auffälligkeit und zur (altersabhängigen!) mittleren Lernwahrscheinlichkeit $\bar{a}$. Die Abhängigkeit vom Informationsgehalt $i_L$ steckt in der Auffälligkeit, wie für den eingangs betrachteten Spezialfall $h_L = 1/N$ deutlich wird. (Fällt die lernprozessbegleitende informationelle Akkomodation ins Gewicht, ist allerdings mit dem Maximumeffekt - vgl. dessen ausführliche Darstellung und Begründung in Frank, 1969, Band 2, §5.7 - statt mit einer Proportionalität zwischen $a_L$ und $i_L$ zu rechnen!)

Der zu $\tau$ proportionale Anstieg der Lernwahrscheinlichkeit dauert, falls das vorher kopierte Element die Information $i_k$ enthielt, so lange, bis die bedingte Wahrscheinlichkeit, dass ein Lernakt zustandekommt, 1 wird, also die Zeit $\tau_k = i_k / C_v$. Im Mittel ist also $a_L$ von $\tau_S$ bis

(13a) $\tau_1 = H_{sub}/C_v$

zur Apperzeptionszeit $\tau$ des Lehrschritts proportional (Bild 2). Für $\tau = \tau_1$ wird nach (9)

(14a) $a_L(\tau_1) = \alpha_L$

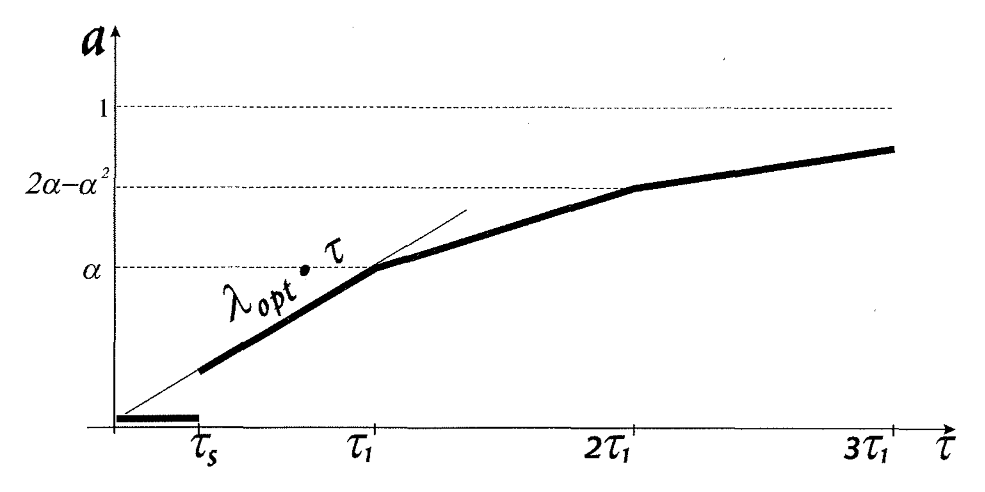



**Bild 2**: Bei überschwelliger Wahrnehmungszeit $\tau$ steigt die Lernwahrscheinlichkeit proportional zu $\tau$, bis sie den Auffälligkeitswert erreicht. Auch der weitere Verlauf von $a(\tau)$ ist (stückweise) linear, hat aber geringere Steigung.

Wird die Apperzeptionszeit größer, dann kommt es mit zunächst linear wachsender Wahrscheinlichkeit zu einem weiteren Lernakt. Allgemein gilt für alle Apperzeptionszeiten

(13b) $\tau_n = n \cdot \tau_1 = n \cdot H_{sub}/C_v$

mit $n = 1, 2, 3, \ldots$

(14b) $a_L(\tau_n) = 1 - (1-\alpha_L)^n$

Optimal im Sinne maximaler Lernleichtigkeit sind nur Wahrnehmungszeiten bis $\tau_1$.



## 5. *Lernwahrscheinlichkeit und Konzentration*

Das zur Deduktion der Formeln (9) - (14) verwendete Modell erlaubt auch die Verallgemeinerung für den Fall, dass sich der Lerner auf die Lehrstoffelemente konzentriert. Ein Lehrstoffelement gelangt dabei nicht nur durch von außen bewirkte, wiederholte Wahrnehmung mehrfach in den Blickpunkt des Bewusstseins, sondern auch absichtlich durch Wahrung, d.h. durch mehrfaches, inneres Wiederholen.

Mit der möglichen *Absichtlichkeit* führen wir eine innere Eigenaktivität in das Modell ein. „Ich" sitze in meinem Kurzspeicher wie in meinem Auto und steuere dieses deterministische System willkürlich wie ein Werkzeug. Wohin das System nacheinander gerät, hängt nicht *ausschließlich* davon ab, wohin es nacheinander gesteuert wird, sondern auch von den einander überlappenden Umgebungen, in denen es sich jeweils zum Beginn der in diskreten Zeitabständen aufeinanderfolgenden Steuerakte befindet. In den Blickpunkt des Bewusstseins kann nur geraten, was soeben (a) perzipiert oder (b) erinnert wird, oder was (c) noch bewusstseinsgegenwärtig ist, so dass „ich" mich in einem willkürlichen Wahrungsakt, jegliche Ablenkung durch Sinneseindrücke und Gedächtnisinhalte vermeidend, darauf konzentrieren kann (wie z.B. auf eine eben nachgeschlagene aber noch nicht in Wählbewegungen umgesetzte Telephonnumer). Hier ist unwichtig, ob „ich" beim absichtlichen Steuern hinsichtlich der Wahl der Richtung innerhalb „meiner" Umwelt frei bin, oder ob „ich" von einem anderen, vielleicht ebenfalls deterministischen System (Stachowiak, 1964, nannte es „Motivator") meinen jeweils zwingenden „Beweggrund" erhalte. Unterstellt wird nur, dass ich durch genügend lange Wahrung des Lehrstoffelements (also durch Verweilen der Aufmerksamkeit bei ihm) den Bewusstseinseintritt beigestreuter ästhetischer Information so lange verhindern kann, bis das Lehrstoffelement mit beliebig hoher Wahrscheinlichkeit beim nächsten Lernakt gelernt wird. Bleibe „ich" nicht genügend lange strikt beim Lehrstoffelement stehen, sondern lasse über den Akkomodator auch beigestreute Information in K „herein" (oder schweife, Assoziationen folgend, ab), dann sinkt natürlich die Wahrscheinlichkeit, dass als nächster Lernakt das Lehrstoffelement in V kopiert wird.

Wir suchen nun, ohne Einstieg über einen Spezialfall, sofort nach der allgemeinen Antwort auf die Frage, zu welcher Lernwahrscheinlichkeit „ich" mein Lernwerkzeug K-A-V (Bild 3) in einer bestimmten Zeit durch Konzentration steuern kann.

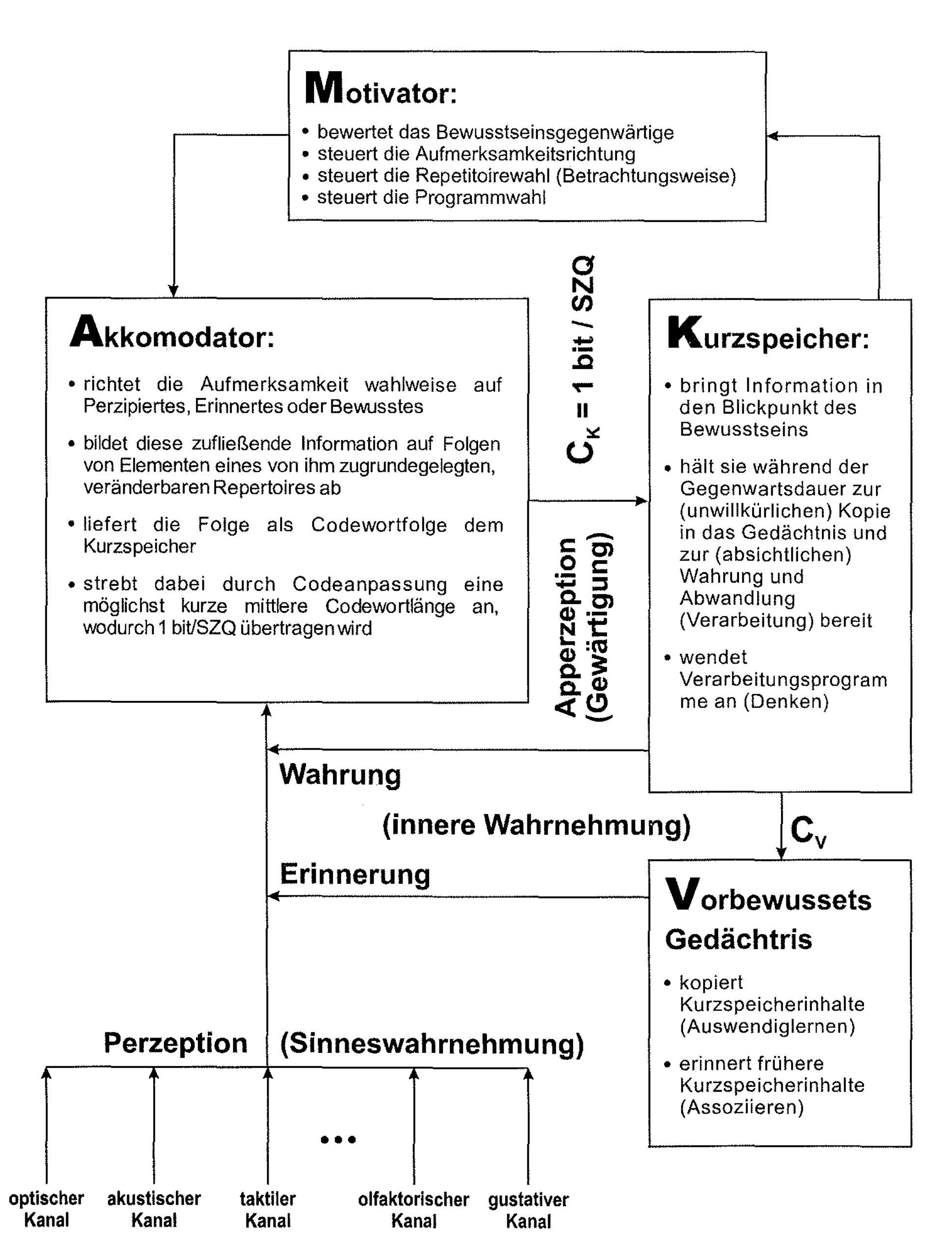



**Bild 3:** Kern des informationspsychologischen Organogramms (Psychostrukturmodells). Vgl. dazu Frank, [2]1969, Bd.2, § 5.9 (und schon [1]1962, S. 137); Stachowiak, 1964, S. 119; Frank, 1996, [2]1999, S.31.



Von außen wird für jedes Element innerhalb des Lehrschritts die Wahrnehmungshäufigkeit $N \cdot h_k$ bewirkt. Das Lehrstoffelement L wiederhole „ich" zusätzlich noch $w$ mal, wodurch sich die Verweilzeit auf

$$(15)\ \tau' = \tau + w.i_L/C_K = (NH_{sub} + w \cdot i_L)/C_K$$

verlängert. In dieser Zeit ist die bedingte Wahrscheinlichkeit, dass gleich nach Element $k$ gelernt wird, $\tau'/(i_k/C_v)$, die bedingte Wahrscheinlichkeit, dass dabei L gelernt wird, $(N.h_L + w)i_L/\ (NH_{sub} + wi_L)$, also im Mittel (falls nicht schon zuvor absichtlich interne Wiederholungen stattfanden) nach denselben Überlegungen, die zu (9) führten,

$$(16)\ a_L = \tau' C_v\ (\alpha_L + wi_L/(NH_{sub})\ /(H_{sub} + (w/N)i_L)$$
$$= \bar{a} \cdot (\alpha_L\ N + wi_L/H_{sub})$$
$$= (\alpha_L + (wi_L)/(NH_{sub}))\ \cdot \bar{a} \cdot N$$

Für $w = 0$ geht (16) in (9) bzw. (12a) über.

Auch im Falle einsetzender Konzentration steigt im Mittel bis $\tau_1 = H_{sub}/C_v$ $a_L$ linear mit $\tau'$. In (16) eingesetzt erhält man als Veralgemeinerung von (14a)

$$(17)\ a_L(\tau_1) = \frac{h_L\ i_L + (w/N) \cdot i_L}{H_{sub} + (w/N) \cdot i_L}$$

Diese Lernwahrscheinlichkeit steigt mit unbegrenzt wachsender Konzentration ($w/N \to \infty$) von $\alpha_L$ bis 1.

6. *Vergleich des probabilistischen mit dem informationspsychologischen Ansatz*

Die Beziehung (2), die den probabilistischen Ansatz kennzeichnet, kann sich auf drei empirische Beobachtungen stützen:

(1) Es ist leichter, fremdsprachliche Vokabeln verstehen („passiv", „reproduktiv" beherrschen) zu lernen, als auch ihre aktive (produktive) Anwendungsfähigkeit zu erwerben.

(2) Das Verstehenlernen längerer Vokabeln fällt dem (reifen) Fremdsprachlerner nicht schwerer als das Verstehenlernen kürzerer Vokabeln. (Zum diesbezüglichen Lernverhalten Heranreifender vgl. Frank, 1984b.)

(3) Die Lernwahrscheinlichkeit der aktiven Vokabelbeherrschung sinkt im Mittel mit der Vokabellänge, falls das Lernen der jeweilige Vokabel nicht durch Ähnlichkeit mit bekannten (insbesonderen muttersprachlichen) Wörtern erleichtert wird.

Dafür wurde das ad-hoc-Erklärungsmodell aufgestellt, für das Verstehenlernen müsse nur die Bedeutungszuordnung gelernt werden, die mit der Wahrscheinlichkeit $a_0$ gelinge, während für die aktive Beherrschung diese Zuordnung UND der erste Buchstabe UND der zweite Buchstabe usf. gelernt werde müsse, was im (geometrischen) Mittel jeweils mit der Wahrscheinlichkeit $A$ gelinge, so dass für die Lernwahrscheinlichkeit des ganzen Wortes die Gleichung (2) gilt. Aus ihr folgen die drei qualitativen empirischen Beobachtungen. Aus (stark streuenden) quantitativen Lerndaten kann dann der (offenbar mit der Reife steigende) Modellparameter $a_0$ und der (offenbar für Grundschüler und Erwachsene übereinstimmende) Parameter $A$ (unscharf) so ermittelt werden,

dass die nach (2) berechneten Werte von den empirisch gewonnenen im Mittel möglichst wenig abweichen.

Dieser Ansatz ist zwar einfach darstellbar und praktisch brauchbar, kann aber trotzdem nicht befriedigen, denn

1. lässt er im Dunkeln, wie eine Bedeutungszuordnung ohne vorheriges Lernen der Vokabelsyntax funktionieren soll, und
2. ist der probabilistische Ansatz nicht - wie das informationspsychologische Modell - in eine kohärente, durch viele Konsequenzen empirisch gestützte Theorie eingebettet. (Die bisher ausführlichsten Darstellungen der Informationspsychologie finden sich als Kapitel 5 in Frank, [2]1969, knapper im Kapitel 4 von Weltner, 1970, und, einerseits gekürzt, andererseits ergänzt durch neuere Erkenntnisse von Lehrl und Weiß über IQ-Abhängigkeiten, als Kapitel 6 von Frank, 1996.)

Dem ersten Einwand kann mit der plausiblen Annahme begegnet werden, der erfahrene Lerner lerne für jede Vokabel einige wenige Kennzeichen, z.B ihre ersten $K$ Buchstaben, und nur zu ihnen die Bedeutungszuordnung. Dann muss der Ansatz aber dadurch korrigiert werden, dass die Wortlänge $L$ um einen dementsprechenden Betrag $K$ auf $L$-$K$ gekürzt wird, wobei $K$ als dritter Parameter aus dem empirischen Material (unscharf) ermittelt werden kann.

Es gelingt aber nicht, aus dem informationspsychologischen Modellansatz den (so verbesserten) Ansatz (2) zu deduzieren und damit auch den zweiten Einwand zu entkräften. Man kann jedoch eine andere, mit $L$ (oder dem Informationsgehalt $I^*$) fallende Funktion $a = f(L)$ deduzieren und deren Parameterwerte möglichst gut an die Parameter des probabilistischen Ansatzes (oder unmittelbar an die zugrundeliegenden Daten) anpassen. Dazu spezialisieren wir (9) auf den Fall, dass jede Vokabel auf ihrem Vokabelkärtchen nur einmal ($h_L = 1/N$) erscheint, und dieser „Lehrschritt" nur noch eine kleine Zahl $N$-$1 \geq 0$ von Schmuckelementen enthält. Wegen $NH_{sub} = I^* + I^+$ erhält man

(18a) $a_L = \tau \cdot C_v \cdot NI^* / (I^* + I^+)^2$

und für den Grenzfall fehlender Schmuckelemente ($N = 1$, $I^+ = 0$) die Lernwahrscheinlichkeit der Vokabel

(18b) $a = \tau \cdot C_v / I^*$

Hat eine Vokabel die Länge $L$ Buchstaben (oder Laute) mit der mittleren Information $H$, und ist zusätzlich die Zuordnung von je einer von $b$ Bedeutungen zu lernen, dann ist die für die aktive Beherrschung zu lernende Information

(19a) $I^*_{akt} = L \cdot H + \text{ld}\, b$

Stattdessen sind für die nur passive Beherrschung von der syntakischen Information $LH$ nur die $K$ „Kennzeichen" zu lernen, d.h. (mindestens) nochmals die Information ld $b$:

(19b) $I^*_{pas} = 2 \cdot \text{ld}\, b$

Aus (18b) und (19a) folgt

(20) $a_{akt} = \tau \cdot C_v / (L \cdot H + \text{ld}\, b)$

Diese Funktion verläuft bei geeigneter Anpassung der jeweiligen Parameter sehr ähnlich wie die korrigierte Funktion (2):

(2*) $a_{akt} = a_0 \cdot A^{L-K}$

Empirisch dürfte deshalb zwischen ihnen kaum entschieden werden können.



7. *Grenzen der unmittelbaren Lernbarkeit und Superierung*

Das informationspsychologische Modell macht (Bilder 1 und 2) die fast triviale Vorausssetzung, dass die Lernwahrscheinlichkeit 0 wird, wenn (wegen zu kurzer Wahrnehmbarkeit) die Apperzeption nicht vollständig (also nicht) gelingt. Entsprechend zwingt der Modellansatz zur Annahme, dass die Lernwahrscheinlichkeit auch 0 ist, wenn das letzte Bit des Codeworts schon aus K verschwunden ist, bevor es in V kopiert werden konnte. Das letzte Bit verschwindet $I^*/C_K$ nach dem ersten, also $T + I^*/C_K - t_0$ nach dem Beginn des Lernprozesses, wenn dieser erst zum Zeitpunkt $0 \leq t_0 < I^*/C_K$ nach Beginn der Apperzeption beginnt. Spätestens dann muss also der die Zeit $I^*/C_v$ benötigende Lernakt beendet sein. Die Grenze der Lernbarkeit ergibt sich also aus

(21a) $T + I^*/C_K - t_0 = I^*/C_v$

zu

(21b) $I^* = \dfrac{(T - t_0) \cdot C_v \cdot C_K}{C_K - C_v} \leq \dfrac{T C_v C_K}{C_K - C_v}$.

Setzt man die für durchschnittliche Erwachsene geltenden Werte $T = 10$ sec, $C_v = 0{,}7$ bit/sec und $C_K = 16$ bit/sec ein, dann erhält man als Grenze der Lernbarkeit nur $I^* = 7{,}32$ bit. (Da $t_0$ im Mittel $I^*/2C_K$ beträgt, ist die Grenze im Mittel aller versuchten Lernprozesse sogar nur knapp 7,16 bit; im ungünstigsten Falle - $t_0 \approx I^*/C_K$ - nur etwa 7,0 bit.)

Nach den bisherigen Überlegungen könnte man also nur 2-stellige Nummern lernen (ld 100 = 2·ld 10 = 6,64 bit). Bei Zugrundelegung einer mittleren Information von 2,5 bit pro Laut im Wort gesprochener Sprachen (vgl. die auf völlig verschiedene Weise für Deutsch und ILo gewonnenen Werte in Frank/ Klugmann/ Wendt, 1963, S. 69, und Frank, 1984b, S. 181), könnten Sprachen nicht mehr gelernt werden, wenn zu viele ihrer Wörter mehr als drei Laute lang sind.

Konzentriert man sich auf den ersten der $L$ Buchstaben eines für die Apperzeption zu kurz gezeigten Wortes - nimmt man also eine Superierung durch Klassenbildung vor - dann reduziert sich die zu apperzipierende Information und damit die mindestens erforderliche Lehrzeit auf (grob gerechnet) den L-ten Teil, die Apperzeption gelingt, der Anfangsbuchstabe kann gelernt werden, und man konzentriert sich, falls der Lernversuch tatsächlich gelang, bei der nächsten Gelegenheit auf den zweiten Buchstaben usf.

Entsprechend kann man verfahren, wenn man die Zeichenkette zwar apperzipieren kann, ihr zu großer Informationsgehalt aber jeden Versuch des ganzheitlichen Lernens scheitern ließe. Beim jeweiligen Lernversuch sind die Zeichen der Kette, die man noch nicht zu lernen beabsichtigt, abtrennbare Schmuckelemente der Information $I^+$, die man mehr oder weniger vollständig ignorieren kann - oder man wahrt durch Konzentration den Teil, den man augenblicklich lernen will.

Durch absichtliche Zerlegung eines zu lernenden „Worts" (Vokabel, Telephonnummer, Bewegungsablauf, Melodie usf.) in eine kürzere Zeichenkette ist es also möglich, die Grenze der unmittelbaren Lernbarkeit bewusst zu überschreiten. Dazu ist es nicht erforderlich, die Zerlegung bis zu den Elementen („Buchstaben") vorzunehmen, also bis zu „Kettchen" der Länge 1; die Kettchenlänge darf nur nicht so lange werden, dass ihre Information die Lernbarkeitsgrenze überschreitet. Tatsächlich pflegen wir Telephonnummern als Folgen zweistelliger Zahlen zu lesen und zu lernen, und Wörter denken

und sprechen wir als Folgen von Silben, wobei die durchschnittliche Lautzahl pro Silbe z.B. im Deutschen ungefähr 3 beträgt.

Ein *anderes* Problem ist, ob beim Apperzipieren oder Lernen die Bildung von Kettchen aus mehr als nur einem Element gegenüber der elementweisen Verarbeitung eine *Erleichterung* darstellt - kurz: ob auch das komplexbildende (nicht nur das klassenbildende) Superieren die zu verarbeitende subjektive Information reduziert. Mindestens in geringem Umfang ist dies unstrittig möglich. Der Akkomodator benötigt für die ziffernweise Binärcodierung von Dezimalziffern (Informationsgehalt: $\text{ld}\ 10 = 3{,}32...$ bit) gleichlange Codewörter der Länge 4 Bit; dieser Wert kann im Durschnitt auf 3,4 Bit (aber auf keinen kleineren Wert) verringert werden, wenn nur 4 Ziffern durch je 4 Bit, die restlichen 6 durch je nur 3 Bit verschlüsselt werden. Dagegen benötigt man zur Codierung der 100 Ziffern*paare* (Information: $\text{ld}\ 100 = 2 \cdot \text{ld}\ 10 = 6{,}64...$ bit) gleichlange Codewörter der Länge 7 Bit, also weniger als je 2 mal 4 Bit; durch Verwendung von nur 6 Bit für 28 Ziffernpaare wird die kleinstmögliche mittlere Codewortlänge, 6,72 Bit erreicht - gegenüber 2 mal 3,4 Bit bei ziffernweiser Codierung eine Einsparung von kaum mehr als 1%. Es ist mathematisch unmöglich, durch Segmentierung in Kettchen noch so großer Länge $L$ für sie eine kleinere mittlere Codewortlänge als $L \cdot \text{ld}\ 10$ zu erreichen.

Die Möglichkeit einer erheblich viel größeren Reduktion der subjektiven Information durch komplexbildendes Superieren wurde dennoch schon früh von Felix von Cube (1961) behauptet, und die Diskussion hierüber ist noch nicht beendet. Bild 3 legt nahe, eine solche Möglichkeit durch den beträchtlichen Unterschied zwischen Apperzeptionsschnelle und Lernschnelle zusammen mit dem im Akkomodator stattfindenden Prozess der informationellen Akkomodation zu begründen. (F. von Cube und die Weiterbearbeiter seines Ansatzes arbeiteten dabei nicht mit dem informationspsychologischen Modell, sondern versuchten den Widerspruch zur mathematischen Informationstheorie durch Verzicht auf die Deutung des Apperzipierens und Lernens als Nachrichtenübertragung durch einen Kanal zum Bewusstsein bzw. Gedächtnis zu vermeiden.)

Wir dürfen davon ausgehen, dass A einen Vorrat von Codes für verschiedene Repertoires enthält, zwischen denen A situationsabhängig wechselt (z.B. beim Übergang von deutschen Texten zu solchen in ILo), und die er dabei algorithmisch an die Häufigkeit der jeweiligen Elemente und ihrer Aufeinanderfolge so anpasst, dass der Gesamtcodieraufwand minimiert wird. Dies kann theoretisch dadurch geschehen, dass ein Element, das mit der (subjektiven, die bisherige Erfahrung wiederspiegelnde) Wahrscheinlichkeit $p$ zu erwarten war, durch ein Codewort der Länge $\text{ld}\ 1/p$ Bit verschlüsselt wird. Durch Wahrung *steigt* der prozentuale Anteil des Elements an den Ausgaben von A, also an den Bewusstseinseintritten, so dass die subjektive Information $\text{ld}\ 1/p$ *sinkt*.

Nun kann man eine Vokabel, eine Telefonnummer usf. bewusst und willkürlich in Segmente gliedern und als Folge dieser, als *Super*zeichen erlebten, weil von A durch ein je *eigenes* Codewort verschlüsselten Zeichenkomplexe intern mehrfach wiederholen. Die Vokabel, Telefonnummer oder sonstige Elementenfolge wird in der Regel zu kurz sein, um alle kombinatorisch möglichen Elementenkomplexe enthalten zu können. (Selbst eine 20-stellige Telephonnumme kann höchsten 10 der 100 verschiedenen Dezimalziffernpaare enthalten. Selbst eine Gedichtstrophe der Länge 50 Silben zu durchschnittlich 3 Lauten kann höchstens 50 verschiedene Silben statt der mehr als 20 000 kombinatorisch möglichen Lauttripel enthalten.) Beim mehrfachen Apperzipieren (sei es durch Wahrung, sei es durch bewusst mehrfach herbeigeführte, äußere Wahrnehmung) steigt die erlebte relative Häufigkeit an, und demgemäß sinkt die mittlere subjektive Information der Elemente des durch komplexbildendes Superieren entstandenen Repertoires bis äußerstenfalls auf das Minimum, das (wie sich unmittelbar aus elementaren Sätzen der Informationstheorie ergibt) noch unter $\text{ld}\ u$ liegt, wenn $u$ die Zahl der in der Folge auftretenden, unterschiedlichen Kettchen ist. Die ursprüngliche subjektive Information $I$ der Folge sinkt also innerhalb der für die informationelle Akkomodation (also zum mehrfachen Apperzipieren) benötigten Zeit $t_A$ auf eine „Superzeicheninformation" $I^{(S)} < I$. Sie kann so klein werden, dass die zu ihrem Lernen erforderliche Zeit $I^{(S}/C_v$ eine Zeiteinsparung gegenüber der ohne diese Reduktion erforderlichen Lernzeit $I/C_v$ bringt, welche die Akkomodationszeit überkompensiert:

$$(22)\ (I - I^{(S)})/C_v > t_A.$$

Ist eine sehr lange Folge zu lernen, dann wird natürlich die Zahl $u$ der *auftretenden* Kettchen der Zahl der *möglichen* Kettchen immer näher kommen, und die jeweilige Auftrittshäufigkeit sich der Kettchenwahrscheinlichkeit nähern, so dass die Einsparung sich auf die schon besprochene Einsparung durch prozentual bessere Annäherung der in Bit gemessenen Codewortlänge an die in bit bestimmte Information reduziert, wobei letztere unverändert bleibt. Man kann dies vermeiden, indem man die allzulange Folge (den „Text") in Abschnitte, Unterabschnitte usf. bis zu den hier zunächst ins Auge gefassten Kettchen gliedert, also neben diesen „Superzeichen 1. Stufe" höherstufige Repertoires aufbaut. Hiermit hat sich wohl als erster Miloš Lánský (1967 und später) auseinandergesetzt.

Man darf nicht übersehen, dass der in (22) angesprochene Gewinn, soweit er über die unstrittige Reduktion der Coderedundanz durch Kettchencodierung hinausgeht, vor allem auf informationeller Akkomodation beruht. Diese gelingt nicht nur für die Information wiederholt auftretender Wahrnehmungselemente, sondern auch für deren *bedingte* Information. (Die Information des Buchstabens h wird in deutschen Texten klein, wenn c vorausging, die bedingte Information von u nach q sinkt auf Null.) Statt Kettchen zu kodieren, kann ungefähr dieselbe Einsparung auch durch gesteuerten Codewechsel bewirkt werden, also ohne Zuhilfenahme des komplexbildenden Superierens. Empirisch kontrollierbar ist jedoch die mögliche Lernzeitdifferenz beim $n$-fachen Apperzipieren einer Folge von Elementen gegenüber der Folge der je $n$-fachen Apperzeption ihrer Kettchen. Damit wird auch kontrollierbar, ob die Auswirkung der Segmentierung in Kettchen auf die Lernzeitverkürzung größer ist, als es allein schon durch die verminderte Coderedundanz erklärt werden könnte.

## *Schrifttum*

**Barandovská, Lánská, Meder, Pinter, Schmid** (Hsg., 1973 - 1999): *Kybernetische Pädagogik / Klerigkibernetiko.* Bände I - IV, 1973, V, 1974, VI - VIII, 1993, IX, 1995, X, 1997, XI, 1999. AL / IfK-Verlag, Berlin - Bratislava - Paderborn - Prag.

**Frank, Helmar** (1959): *Grundlagenprobleme der Informationsästhetik und erste Anwendung auf die Mime pure.* Diss. TH Stuttgart, 1959. Nachdruck der 2. Auflage (1968) in Barandovská et al., 1973 - 1999, Bd. V.

**Frank, Helmar** (1960): *Über grundlegende Sätze der Informationspsychologie.* GrKG 1/1, 1960, S. 25 - 32. Nachdruck in Barandovská et al., 1973 - 1999, Bd. I.

**Frank, Helmar** ($^{2}$1969): *Kybernetische Grundlagen der Pädagogik.* 2. Auflage, 2 Bände. AGIS-Verlag, Baden-Baden, 1969. (1. Aufl. - $^{1}$1962 - und Übersicht über die 2. Auflage nachgedruckt in Barandovská et al., 1973 - 1999, Bd. VII.)

**Frank, Helmar** (1972): *Formaldidaktik ALZUDI I.* In: Arlt, Hertkorn, Simons (Red.): Formaldidaktiken. Hannover, Schroedel, 1972, S. 45 - 53. Nachdruck in Barandovská et al. 1973 - 1999, Bd. II.

**Frank, Helmar** (1984a): *Propedeŭtiko de la Klerigscienco Prospektiva / Vorkurs zur Prospektiven Bildungswissenschaft.* Beiband zu GrKG/H 25/1984. Nachdruck in Barandovská et al., 1973-1999, Bd. VII.

**Frank, Helmar** (1984b): *Zur „Reife"-Abhängigkeit der Lernwahrscheinlichkeit von Vokabeln.* GrKG/H 25/4, 1984, S. 177 - 185. Nachdruck in Barandovská et al., 1973 - 1999, Bd. VI.

**Frank, Helmar** (1996): *Klerigkibernetiko / Bildungskybernetik.* AL & KoPäd, München-Nitra-Paderborn, $^{1}$1996, $^{2}$1999. Nachdruck in Barandovská et al., 1973 - 1999, Bd. XI

**Frank, Helmar, Dietrich Klugmann und Siegfried Wendt** (1963): *Über den Informationsgehalt der Laute in der deutschen Sprache.* GrKG 4/3-4, 1963, S. 65 - 72. Nachdruck in Barandovská et al., 1973 - 1999, Bd III.

**Graf, Klaus-Dieter und Helga Illner** (1970): *Rechnererzeugte ästhetische Information und ihre Lernwirksamkeit in einem formaldidaktisch erzeugten Lehrprogramm.* GrKG 11/4, 1970, S. 125 - 136. Nachdruck in Barandovská et al., 1973 - 1999, Bd. IV.

**Howes, Davis H. und R.L. Solomon** (1951): *Visual Duration Threshold as a function of wordprobability.* J. f. exp. Psych., vol. 41, 1951, p. 401-410.

**Lánský, Miloš** (1967): *Über ein Gruppierungsverfahren.* In: Praxis und Perspektiven des programmierten Unterrichts II. Schnelle, Quickborn, 1967, 103 - 104. Nachdruck in Barandovská et al., 1973 - 1999, Bd. VIII.

**Lánský, Miloš und Vlastimil Polák** (Red., 1977): *Studien zur Superierung durch Komplexbildung.* Schroedel, Hannover, & Schoeningh, Paderborn.

**Morin, Robert E., B. Forrin & W. Archer** (1961): *Information processing behavior: The role of irrelevant stimulus information.* J.exp. Psych. 61/1, 1961, p. 89 - 96.

**Pinter, Ana-Maria** (1998): *Taksokalkuloj de investoj necesaj por kompletigi la senpere disponeblan revizibazon de la Eŭropa Komunikadkibernetikologio.* GrKG/H 39/4, p. 161 - 170.

**Stachowiak, Herbert** (1964): *Ein kybernetisches Motivationsmodell.* In H.Frank (Hsg.): Lehrmaschinen in kybernetischer und pädagogischer Sicht, Bd. 2, 1964, S. 119 - 134. Nachdruck in Barandovská et al., 1973 - 1999, Bd. X.

**von Cube, Felix** (1961): *Über ein Verfahren der mechanischen Didaktik.* GrKG 2/1, 1961, S. 7 - 12. Nachdruck in Lánský / Polák, 1977.

**Weltner, Klaus** (1976): *Informationstheorie und Erziehungswissenschaft.* Schnelle, Quickborn, 1970. Nachdruck in Barandovská et al., 1973 - 1999, Bd. X.

Eingegangen am 19. August 2001

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Dr.h.c. Helmar Frank, Kleinenberger Weg 16, D-33100 Paderborn

## *Instruaĵinformacio kaj lernprobablo (Resumo)*

Eblas dedukti el la psikostrukturmodelo de la informacipsikologio (bildo 3) la lernprobablon ekz. de vokabloj kiel funkcion de la instruaĵinformacio, sed la rezulto nur proksimas laŭkvalite al la parte empirie, parte laŭ ne kontentiga aliĝmaniero teorie, trovita formulo pri la sukcesprobablo de la vokablolernado. La lernprobablo proporcias en vasta tempointervalo al la aperceptaddaŭro, tiel ke tie la optimuma aperceptaddaŭro estas konstanta. La teoria (el la modelo deduktanta) kalkulo konfirmigas la supozon, ke la lernprobablo proporcias al la penetranco. Ĉi tamen estas 0 unuflanke en la kazo de tro mallonga prezentado, tiel ke aperceptado ne eblas, aliflanke ankaŭ en la kazo de tro granda informacienhavo, tiel ke la lernenda elemento jam estas malaperinta el la nunmemoro antaŭ ol ĝia lernado povis fini. Disigo en subelementoj aŭ sinsekvoj de tiaj subelementoj ebligas en tiuj kazoj la lernadon. Se la kunigo de aperceptitaj elementoj entute ebligas plifaciligon de la lernado en pli granda amplekso ol jam klarigeblas per la tiel reduktiĝanta kodredundanco, tiam la kaŭzo estas esence la efiko de la informeca akomodiĝo.

grkg / Humankybernetik
Band 42 · Heft 3 (2001)
Akademia Libroservo / IfK

# Lineare Transformationen in einer komplexen Semiotik

von Dr. Alfred TOTH, Albuquerque (USA)

aus der University of New Mexico, Albuquerque (USA)

## 1. *Komplexe Semiotik*

Man kann das in Toth (2001: 57ff.) eingeführte semiotische kartesische Koordinatensystem mit seinen vier Quadranten (Semiotik, Materialismus, Meontik und Idealismus) auf die komplexe Gaußsche Zahlenebene abbilden, wobei die vier Typen komplexer Zahlen z, -ź, -z und ź (in dieser Reihenfolge) den Subzeichen (X.Y), (-X.Y), (-X.-Y) und (X.-Y) entsprechen:

(1)

Welt
–ź = (–3.3) 3 z = (3.3)
Materialismus 2 Semiotik
1
Bewußtsein
–3 –2 –1 1 2 3
–1
Meontik –2 Idealismus
–z = (–3.–3) –3 ź = (3.–3)

Anstatt durch reelle Zahlenpaare kann man komplexe Zahlen z = x + iy auch mittels

reeller 2x2-Matrizen einführen. Die Menge $C := \left\{ \begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix}, a, b \in \mathbf{R} \right\}$ ist bezüglich der Matrizenaddition und Matrizenmultiplikation ein kommutativer Körper mit der Einheitsmatrix $E: = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ als Einselement. Die **R**-lineare Abbildung $F: \mathbf{C} \rightarrow C$, $a + bi \rightarrow \begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix}$ mit $I = F(i) = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$, $I^2 = -E$, ist ein Körperisomorphismus. Die Matrix I heißt die imaginäre Einheit in C. In $\begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix}$ ist **R** in Form der Matrizen $\begin{bmatrix} a & 0 \\ 0 & a \end{bmatrix}$ als Unterkörper enthalten. Hier wird also die komplexe Zahl z = a + bi mit der durch sie via z → (a + bi)z bewirkten Drehstreckung der Ebene identifiziert. Für den Isomorphismus $F: \mathbf{C} \rightarrow C$ gilt somit, wenn $A^T$ die zu A transponierte Matrix bezeichnet: $F(ć) = F(c)^T$ für $c \in \mathbf{C}$. Die Konjugierungsabbildung in **C** ist also nichts anderes als die Transpositionsabbildung in C (Ebbinghaus et al. 1992: 59 ). Es ist somit $z = a + bi = \begin{bmatrix} a & -b \\ b & a \end{bmatrix}$ und $ź = a - bi = \begin{bmatrix} a & b \\ -b & a \end{bmatrix}$.

Die komplexen Zahlen (1, 0), (0, 1), (-1, 0) und (0, -1) lassen sich dann wie folgt in Form von 2x2-Matrizen darstellen:

(2)

$$K^{0}_{i=1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}; K^{1}_{i=i} = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}; K^{2}_{i=-1} = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}; K^{3}_{i=-i} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}.$$

Damit können nun auch komplexe Subzeichen in der komplexen semiotischen Ebene mit Hilfe von komplexen semiotischen 2x2-Matrizen dargestellt werden:

(3)

$$z = \begin{bmatrix} 2 & -3 \\ 3 & 2 \end{bmatrix} \Rightarrow (2.3) \rightarrow (2.3) \quad \text{Semiotik}$$

$$-ź = \begin{bmatrix} -2 & -3 \\ 3 & -2 \end{bmatrix} \Rightarrow (2.3) \rightarrow (-2.3) \quad \text{Materialismus}$$

$$-z = \begin{bmatrix} -2 & 3 \\ -3 & -2 \end{bmatrix} \Rightarrow (2.3) \rightarrow (-2.-3) \quad \text{Meontik}$$

$$ź = \begin{bmatrix} 2 & 3 \\ -3 & 2 \end{bmatrix} \Rightarrow (2.3) \rightarrow (2.-3) \quad \text{Idealismus}$$

Komplexe Zeichenklassen erhält man durch Addition der durch lineare Abbildung hergestellten komplexen Subzeichen gemäß der gleichermaßen für semiotische, materialistische, meontische und idealistische Zeichenklassen gültigen linearen Ordnung $\pm 3.\pm a \pm 2.\pm b \pm 1.\pm c$ mit $a \leq b \leq c$ und $a, b, c \in \{.1., .2., .3.\}$. So entsteht etwa die meontische Zeichenklasse (-3.-1-2.-2-1.-3) durch die folgenden Additionen:



(4)

$$-z_{(-3.-1)} = \begin{bmatrix} -3 & 1 \\ -1 & -3 \end{bmatrix} \Rightarrow (3.1) \rightarrow (-3.-1)$$

$$-z_{(-2.-2)} = \begin{bmatrix} -2 & 2 \\ -2 & -2 \end{bmatrix} \Rightarrow (2.2) \rightarrow (-2.-2)$$

$$-z_{(-1.-3)} = \begin{bmatrix} -1 & 3 \\ -3 & -1 \end{bmatrix} \Rightarrow (1.3) \rightarrow (-1.-3)$$

(–3.–1) + (–2.–2) + (–1.–3) = (–3.–1 –2.–2 –1.–3).

Kombinatorisch erhalten wir mit der Unterscheidung semiotischer, materialistischer, meontischer und idealistischer Zeichenklassen nicht mehr wie in der Peirce-Bense-Semiotik 10, sondern 460 Zeichenklassen, von denen 40 in einer Kontextur, 180 in 2 Kontexturen und 240 in 3 Kontexturen liegen (eine Zeichenklasse kann in einer triadischen Semiotik nicht in mehr als 3 Kontexturen liegen). Wir wollen dabei Zeichenklassen, die in mehr als 1 Kontextur liegen, als Trans-Zeichenklassen bezeichnen.
In einer Kontextur liegen pro semiotische Zeichenklasse jeweils 4 Zeichenklassen.

| | | |
|---|---|---|
| 3.1 | 2.1 | 1.1 |
| –3.1 | –2.1 | –1.1 |
| –3.–1 | –2.–1 | –1.–1 |
| 3.–1 | 2.–1 | 1.–1 |

In 1 Kontextur liegende Zeichenklassen sind strukturell dadurch gekennzeichnet, daß sie sowohl triadisch als auch trichtom homogen sind.
In zwei Kontexturen liegen pro semiotische Zeichenklasse jeweils 18 Trans-Zeichenklassen:

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3.1 | 2.1 | 1.–1 | 3.–1 | 2.1 | 1.1 | 3.–1 | 2.–1 | 1.1 |
| 3.1 | 2.1 | –1.1 | –3.1 | 2.1 | 1.1 | –3.1 | –2.1 | 1.1 |
| 3.1 | 2.1 | –1.–1 | –3.–1 | 2.1 | 1.1 | –3.–1 | –2.–1 | 1.1 |
| 3.1 | 2.–1 | 1.1 | 3.1 | 2.–1 | 1.–1 | 3.–1 | 2.1 | 1.–1 |
| 3.1 | –2.1 | 1.1 | 3.1 | –2.1 | –1.1 | –3.1 | 2.1 | –1.1 |
| 3.1 | –2.–1 | 1.1 | 3.1 | –2.–1 | –1.–1 | –3.–1 | 2.1 | –1.–1 |

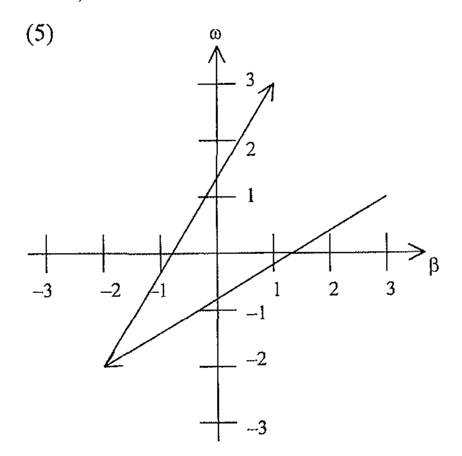
In drei Kontexturen liegen pro semiotische Zeichenklasse jeweils 24 Trans-Zeichenklassen:

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3.1 | –2.1 | –1.–1 | –3.1 | 2.–1 | 1.1 | –3.–1 | –2.1 | 1.–1 |
| 3.1 | –2.–1 | –1.1 | 3.–1 | –2.1 | 1.1 | 3.–1 | –2.1 | –1.–1 |
| –3.1 | –2.–1 | 1.1 | –3.1 | 2.1 | 1.–1 | 3.1 | –2.–1 | 1.–1 |
| –3.–1 | –2.1 | 1.1 | 3.–1 | 2.1 | –1.1 | 3.1 | 2.–1 | –1.–1 |
| –3.1 | 2.1 | –1.–1 | –3.1 | –2.–1 | 1.–1 | –3.–1 | 2.–1 | 1.1 |
| –3.–1 | 2.1 | –1.1 | –3.1 | 2.–1 | –1.–1 | 3.–1 | –2.–1 | 1.1 |
| 3.1 | –2.1 | 1.–1 | –3.–1 | 2.–1 | –1.1 | –3.–1 | 2.1 | 1.–1 |
| 3.1 | 2.–1 | –1.1 | 3.–1 | –2.–1 | –1.1 | 3.–1 | 2.1 | –1.–1 |

In 2 und 3 Kontexturen liegende Zeichenklassen sind strukturell dadruch gekennzeichnet, daß sie triadisch und/oder trichotom inhomogen sind.

2. *Semiotische Transgression*

Während die 40 Zkln, die in einer Kontextur liegen, natürlich keine Kontexturübergänge haben, weisen die übrigen 420 T-Zkln mindestens je einen Kontexturübergang (Transgression) auf. Da die T-Zkln als Funktionsgraphen in ein Koordinatensystem gezeichnet werden, lassen sich die Transgressionen berechnen, indem man die Schnittpunkte der Graphen der T-Zkln mit Abszisse und/oder Ordinate berechnet. Beispiel: Man möchte die Orte der semiotischen Transgression(en) der in 2 Kontexturen liegenden T-Zkl (3.1 -2.-2 1.3) wissen:

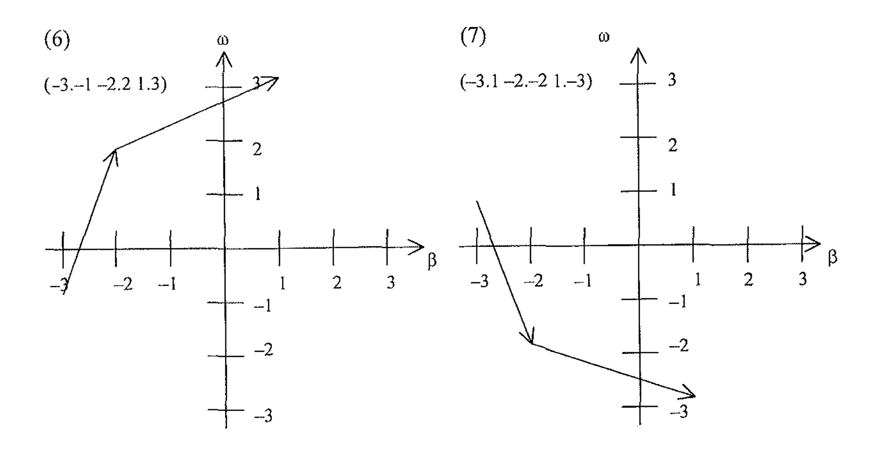



Mit elementarer Mathematik bekommen wir, daß der erste Teilgraph die semiotisch-idealistische Kontexturgrenze im Punkt ($1^1/_3$|0 und die idealistisch-meontische Kontexturgrenze im Punkt (0|-0.8), der zweite Teilgraph die meontisch-materialistische Kontexturgrenze im Punkt (-0.8|0) und die materialistisch-semiotische Kontexturgrenze im Punkt (0|$1^1/_3$) überschreitet. Aus den Werten der Transgressionen

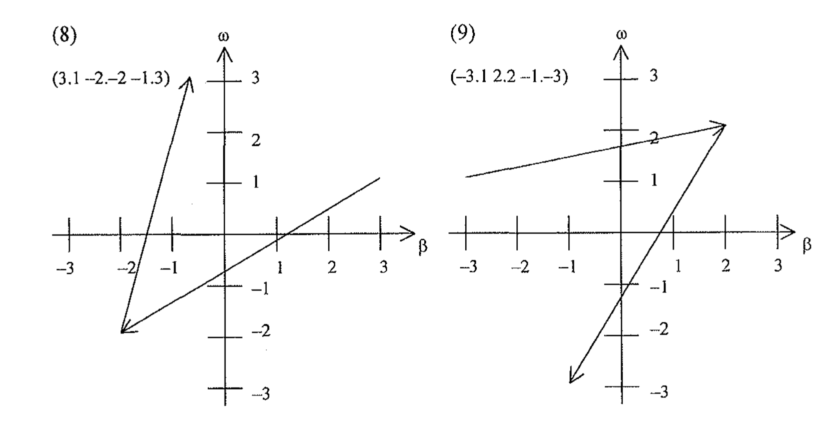


ersieht man ferner, daß der Funktionsgraph dieser T-Zkl, einer T-Zkl mit Rückkehr in die Ausgangskontextur, zur Winkelhalbierenden y = x symmetrisch ist.

Praktisch wäre es nun, wenn entweder aus den Orten der Transgressionen auf die Pfadelängen oder aus den Pfadelängen auf die Orte der Transgressionen geschlossen werden könnte. Am liebsten hätten wir freilich eine Isomorphie zwischen Orten und Längen. Leider gibt es aber weder das eine noch das andere. Betrachten wir hierzu als Beispiel die T-Zkln (-3.-1 -2.2 1.3) und (-3.1 -2.-2 1.-3) Ziehen wir wiederum die entsprechenden Graphen heran:




Die Transgressionswerte betragen für (-3.-1 -2.2 1.3) x = $-2^2/_3$ und y = $2^2/_3$, während die Werte für (-3.1 -2.-2 1.-3) bei x = $-2^2/_3$ und y = $-2^2/_3$ liegen. Beide T-Zkln haben die Pfadelängen $\sqrt{10}$ - $\sqrt{10}$. Die Abbildung der Orte auf die Pfadelängen ist somit wegen der verschiedenen Vorzeichen der Ordinatenwerte nicht eindeutig, weshalb wir von den Orten nicht auf die Längen schließen können. Umgekehrt können wir aber offensichtlich auch nicht von den Längen auf die Orte schließen. Man könnte sich nun damit behelfen, daß man statt von den tatsächlichen Transgressionswerten von den absoluten Werten ausgeht. In diesem Fall wird uns natürlich nur die Abbildung der Orte auf die Längen, nicht aber diejenige der Längen auf die Orte interessieren, denn wir wollen ja nicht nur die absoluten Transgressionswerte haben, sondern auch wissen, zwischen welchen zwei Kontexturen die Transgression stattfindet. Leider hat aber auch diese scheinbare Lösung einen Haken. Falls nämlich, anders als in unserem obigen Beispiel, die beiden Teilgraphen einer T-Zkl verschiedene Pfadelängen haben, ist es bei der Abbildung der absoluten Werte von Transgressionen auf Pfadelängen nicht möglich, zu entscheiden, ob eine Pfadelänge dem ersten oder dem zweiten Teilgraph zukommt. Um dies zu illustrieren, betrachten wir die T-Zkln (3.1 -2.-2-1.3) und (-3.1 2.2-1.-3):



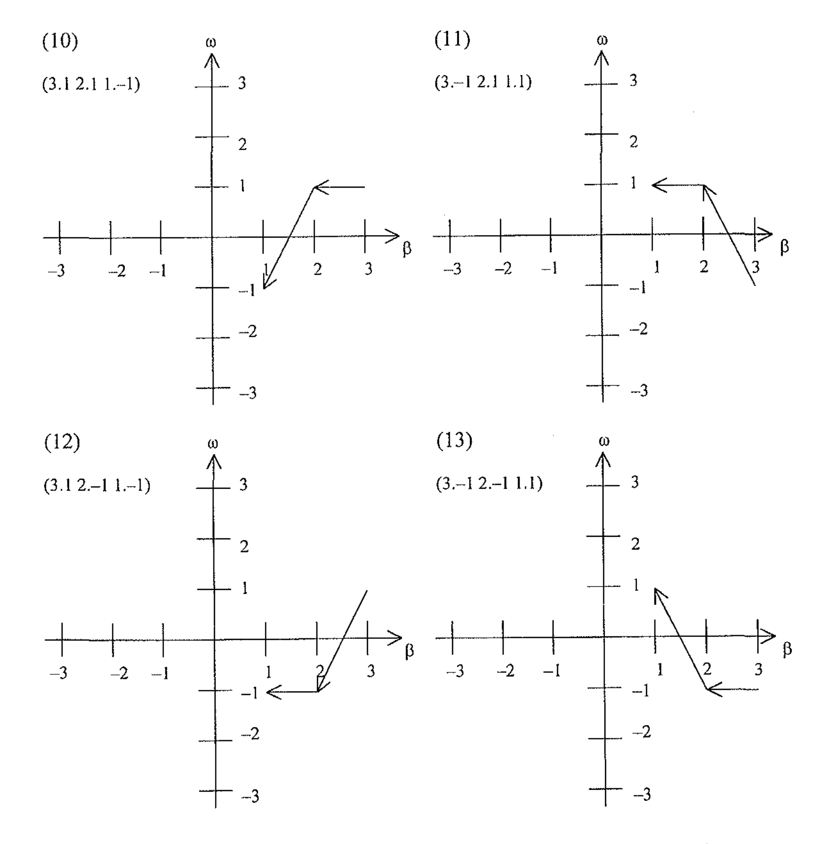

Die Transgressionswerte sind für (3.1 -2.-2 -1.3) $x = <1\,^{1}/_{3}, -1.6>$ und $y = -0.8$, für (-3.1 2.2-1.-3) $y = <1.6, -1\,^{1}/_{3}>$ und $x = 0.8$. Die Pfadelängen sind für (3.1 -2.-2 -1.3) $\sqrt{34}$-$\sqrt{26}$ und für (-3.1 2.2-1.-3) $\sqrt{26} - \sqrt{34}$. Bei verschiedenen Pfadelängen von Teilgraphen spielen also, wie man sofort erkennt, nicht nur die Vorzeichen der Transgressionswerte eine Rolle, sondern auch, ob es sich um Abzissen- oder Ordinatenwerte handelt, was äquivalent damit ist, ob die Werte dem ersten oder dem zweiten Teilgraphen zukommen. Wollen wir also sowohl die Orte der semiotischen Transgressionen als auch die Längen der Pfade zwischen den Kontexturen bestimmen, bleibt uns nichts anderes übrig, als entweder beide Werte separat zu bestimmen oder aber, falls man aus den absoluten Transgressionswerten auf die Pfadelängen schließen will, die Graphen der entsprechenen T-Zkln zu Hilfe zu nehmen.

3. *Lineare Transformationen von (Trans-)Zeichenklassen*

Trotz nichteindeutiger Abbildung zwischen den Orten semiotischer Transgressionen und den Längen der Pfade zwischen den Kontexturen und umgekehrt besteht ein enges Verhältnis zwischen beiden. Tatsächlich ist es immer so, daß je zwei Graphen, die entweder gleiche Transgressionsorte oder gleiche Pfadelängen haben, durch die elementaren linearen Transformationen Spiegelung, Drehung und Streckung bzw. Kontraktion aufeinander abgebildet werden können.

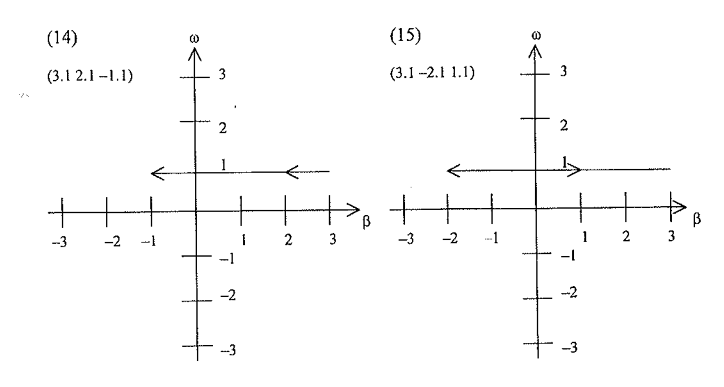
Betrachten wir die Graphen der T-Zkln (3.1 2.1 1.-1), (3.-1 2.1 1.2), (3.2 2.-.1 1.-1) und (3.-1 2.-1 1.1):






Man erkennt leicht, daß alle vier Graphen durch Spiegelung und Drehung aufeinander abbildbar sind.

Ein Beispiel für die Streckung/Kontraktion finden wir bei den T-Zkln (3.1 2.1 -1.1) und (3.1 -2.1 1.1):



Geht man von (14) aus, so erscheint der Teilgraph (3.1 2.1) in (15) zu (3.1 -2.1) gestreckt, geht man von (15) aus, so wird (3.1 -2.1) zu (3.1 2.1) kontrahiert, während in beiden Richtungen der Teilgraph (2.1 -1.1) konstant auf (-2.1 1.1) abgebildet wird.

Hier wollen wir uns auf Spiegelung und Drehung beschränken, da die Abbildungsbeziehung gespiegelter und gedrehter (T-)Zkln in der Regel sowohl von der numerischen wie von der graphischen Notation her schwieriger erkennbar ist als diejenige gestreckter bzw. kontrahierter.

Jeder Punkt $z \in \mathbf{C}$ kann in der Form ($r\cos\varphi$, $r\sin\varphi$) geschrieben werden. $r := |z|$ ist die Entfernung von z zum Nullpunkt, $\varphi$ ist der Winkel zwischen der positiven Abszisse und dem Ortsvektor von z: $z = r(\cos\varphi + i \sin\varphi) = re^{i\varphi}$. Die Zahlen 1,-1, i, -i haben dann die Polarkoordinantendarstellung $1 = 1 (\cos 0 + i \sin 0)$, $-1 = 1(\cos \pi + i \sin \pi)$, $i = 1(\cos {}^1\!/_2\pi + i \sin {}^1\!/_2\pi)$, $-i = 1(\cos 1{}^1\!/_2\pi + i \sin 1{}^1\!/_2\pi)$, d.h. es gilt $e^{i2\pi} = 1$, $e^{i\pi} = -1$, $e^{i\frac{1}{2}\pi} = i$, $e^{i1\frac{1}{2}\pi} = -1$.

Eine lineare Transformation ist eine Abbildung eines Vektorraums V auf einen Vektorraum W. Jede lineare Transformation kann durch eine Matrix dargestellt werden. Gegeben seien zwei Punkte ($x_1$, $x_2$) und die Transformationsmatrix $A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}$. Mit den Regeln der Matrixmultiplikation folgt:

$$Ax = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 \end{bmatrix}.$$

Besondere Fälle sind:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}; \quad Ax = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ -x_1 \end{bmatrix}.$$

$$A = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}; \quad Ax = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -x_1 \\ -x_2 \end{bmatrix}.$$

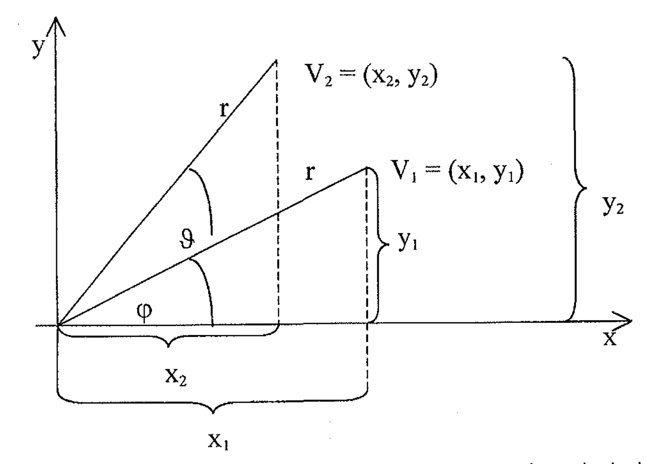
$$A = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}; \quad Ax = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -x_2 \\ x_1 \end{bmatrix}$$

$$A = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}; \quad Ax = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

Wie man leicht erkennt, ist $\begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$ die Transformationsmatrix für die Drehung.

Nehmen wir nun an, $T_\vartheta$ bezeichne die Drehung eines Vektors v = (x, y) im $\mathbf{R}^2$ im Gegenuhrzeigersinn.



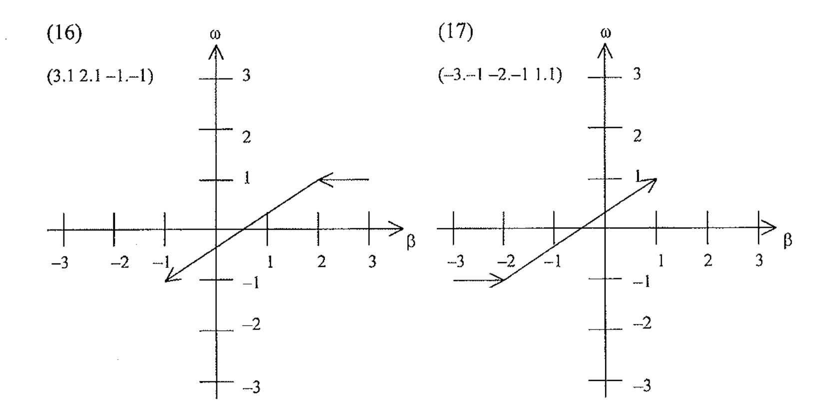



Sei $v_2 = T(v_1)$. Aus dem Diagramm erkennen wir, daß $|T_\vartheta v| = |v|$, d.h. eine Drehung verändert den Betrag eines Vektors nicht. Ferner sehen wir, daß $x_1 = r\cos\varphi$ und $y_1 = r\sin\varphi$ sowie $x_2 = r\cos(\vartheta + \varphi)$ und $y_2 = r\sin(\vartheta + \varphi)$. Mit den Sinus- und Cosinus-Regeln erhalten wir somit: $x_2 = r\cos\vartheta\cos\varphi - r\sin\vartheta\sin\varphi = x_1\cos\vartheta - y_1\sin\vartheta$ und $y_2 = r\cos\vartheta\sin\varphi + r\sin\vartheta\cos\varphi = x_1\sin\vartheta + y_1\cos\vartheta$. Wir haben somit: $T_\vartheta(x_1,y_1) = x_1\cos\vartheta - y_1\sin\vartheta, x_1\sin\vartheta + y_1\cos\vartheta>$.

Wir wollen uns nun auch die inverse Transformation anschauen, wobei wir jetzt die Matrizendarstellung benützen. Gegeben seien die beiden Basisvektoren im $\mathbf{R}^2$, d.h. B = {<1, 0>, <0, 1>}. Sei $v_1$ = <1, 0>, T<1, 0> = <cosϑ, sinϑ>. Falls $v_2$ = <0, 1>, dann ist T<0, 1> = <cosϑ + ½π, sinϑ + ½π>. Da $\cos(\vartheta + {}^1\!/_2\pi) = \sin\vartheta$ und $\sin(\vartheta + {}^1\!/_2\pi) = \cos\vartheta$, ist T<0, 1> = <-sinϑ, cosϑ>. Damit haben wir T<x, y> = $\begin{bmatrix} \cos\vartheta & -\sin\vartheta \\ \sin\vartheta & \cos\vartheta \end{bmatrix} \begin{matrix} x \\ y \end{matrix}$. Die inverse Transformation ist somit eine Drehung im Uhrzeigersinn um den Winkel ϑ oder eine Drehung im Gegenuhrzeigersinn um den Winkel -ϑ.

Die dazugehörige Matrix ist $\begin{bmatrix} \cos(-\vartheta) & -\sin(-\vartheta) \\ \sin(-\vartheta) & \cos(-\vartheta) \end{bmatrix} \begin{matrix} x \\ y \end{matrix}$.

Damit besitzen wir nun das mathematische Rüstzeug, um (T-)Zkln durch Drehung aufeinander abzubilden. Als Beispiel stehe die Abbildung der T-Zkl (3.1 2.1 -1.-1) auf die T-Zkl (-3.-1 -2.-1 1.1), d.h. eine Drehung um 180° im Gegenuhrzeigersinn. Die zugehörigen Graphen sind:




Wir zerlegen die Drehung der T-Zkln in die Drehung der drei Subzeichen: $T_\vartheta(3.1 = (-3.-1)$; $T_\vartheta(2.1) = (-2.-1)$; $T_\vartheta(-1.-1) = (1.1)$. Wir erinnern uns, daß die allgemeine Transformationsformel für Drehungen lautet: $T_\vartheta(x_1, y_1) = \langle x_1\cos\vartheta - y_1\sin\vartheta,\ x_1\sin\vartheta + y_1\cos\vartheta \rangle$. Da $\vartheta = 180°$, ist $\sin 180° = 0$ und $\cos 180° = -1$. Damit erhalten wir: $T_{180°}(3.1) = \langle 3 \cdot -1 - 1 \cdot 0,\ 3 \cdot 0 + 1 \cdot -1 \rangle = (-3.-1)$, $T_{180°}(2.1) = \langle 2 \cdot -1 - 1 \cdot 0,\ 2 \cdot 0 + 1 \cdot -1 \rangle = (-2.-1)$, $T_{180°}(-1.-1) = \langle -1 \cdot -1 -- 1 \cdot 0,\ -1 \cdot 0 + -1 \cdot -1 \rangle = (1.1)$. Es ist also $T_{180°}(3.1\ 2.1\ -1.-1) = (-3.-1 -2.-1\ 1.1)$. Wegen $\sin 180°$ und $\cos 180° = -1$, bekommen wir folgende Transformationsmatrix: $T(x, y) = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$, und dies ist genau die Transformationsmatrix, die einen Vektor $\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$ in einen Vektor $\begin{bmatrix} -x_1 \\ -x_2 \end{bmatrix}$, semiotisch also ein Subzeichen der semiotischen Kontextur in ein Subzeichen der meontischen Kontextur bzw. umgekehrt überführt.

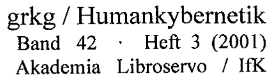
*Schrifttum*

**Ebbinghaus, H.-D.** et al.: *Zahlen.* Berlin: Springer, 1992
**Toth, A.**: *Zwischen den Kontexturen. Elemente einer mathematisch-semiotischen Metaphysik.* Unveröffentlichtes Buchmanuskript, 2001

Eingegangen 06.07.01

Anschrift des Verfassers: Dr. Alfred Toth, 8225 East Speedway, Apt. 1013, Tucson, Az. 85710 (USA),dratoth@aol.com

*Linear Transformations in a complex Semiotics (Summary)*
If one maps the semiotical coordinate system, as introduced by the author, onto the Gaussian number field, instead of 10 sign classes as in Peirce-Bensian semiotics, one gets 460 (trans-) sign classes, which can be mapped one to each other by elementary linear transformations


grkg / Humankybernetik
Band 42 · Heft 3 (2001)
Akademia Libroservo / IfK

# Metodologio de kompleksa pritakso de la lernantaj scioj kaj de realigadefektiveco de instruprocezo

de L.A. ŜIROKOV, Moskvo (RUS)

el la Katedro "Aŭtomatiko, Informatiko kaj reguladsistemoj" de Moskva ŝtata industria universitato.

Celo de tiu-ĉi laboro estas esplorado de problemo objektive pritaksi lernsuksesojn de studentoj pri certa aro de scioj en klerigsistemo, kaj ankaŭ efektivecon de organizado kaj realigon de la instruprocezo mem. Por pritakso de aktiveco de la studento estas proponita enkonduko de speciala funkcio "aserteco".

Instruprocezo de ajna klerigejo antaŭvidas konforme al instruplano de iu fako paŝpostpaŝan ricevon de scioj de lernanto per ekposedo de studobjektoj laŭ diversaj cikloj de la instruplano. Antaŭ ĉiu kontroletapo: ekzameno, studkontrolo, defendado de laboraĵoj, studento de vidpunkto de potenciala prepariĝnivelo povas esti karakterizata per du faktoroj. Kiel la unua ni konsideru jam ekzistantan al tiu ĉi momento, difineblan kiel mezumigo laŭ certa metodo da la antaŭaj rezultoj, inkluzive rezultojn de enirekzamenoj, komunigitan poenton. La faktoron ni nomu **apriora scinoto**.

La duan faktoron ni difinu per analizo de reala aktiveco en vizitado de lecionoj pri la studobjekto, traktante ĉeeston en la leciono kiel neanstataŭebla skolo de seninterrompa transdono de profesiaj scioj, informeca "bagaĝo" de instruisto kaj ankaŭ ebleco de mensevoluo kaj noma edukado de onta profesiulo kiel persono. Konsiderante la antaŭemensiiton, nomu ni la duan faktoron **apriora aktivecnoto**, kaj formotan noton - apriora aktivecnoto. Por formigo de ranga bazo, kiu permesas al la instruisto, kiu gvidas konkretan studobjekton, pli rapide, kaj kio pli gravas, pli objektive fari la rezultan noton de vica kontrolaranĝo, ekzemple, dum paso de studento ekzameno, estas tute natura neceso enkonduki integritan kunigitan aprioran noton kiel iu **apriora faktoro de studento**.

Por konstrui modelon de prezento de apriora faktoro de studento ni pririgardu unuavice metodikon de formigo de rezultmodelo por iu etapo de studado. Ni prezentu lernatajn studobjektojn kiel nxm ampleksa matrico:

$$D = \|d_{ij}\|_{(nxm)}, \qquad (1)$$

kie $d_{ij}$ estas konkreta j-a studobjekto el i-a aro de studobjektoj de lernplano.
De vidpunkto de la tuta instruplano pri iu aŭ aliu fako dum pririgardo de konkreta studobjekto de pozicio krei la specialiston estas permesata enkonduko de iu pezeca (nxm) - ampleksa matrico de pezeckoeficientoj de lernitaj studobjektoj.

$$A = \left\| a_{ij} \right\|_{(n \times m)}, \qquad (2)$$

kie $a_{ij}$ estas pezeckoeficientoj, j- numero de ciklo de studobjekto en instruplano (j=1,...,n); i - numero de studobjekto en aro de studobjektoj (i=1,...,m), interalie estas antaŭvidata plenumo de sekva kondiĉo:

$$\sum_{i,j=1}^{i=n,j=m} a_{ij} = 1, \qquad (3)$$

Ĉiu koeficiento $a_{ij}$ akcentigas rilativan rolon de studobjekto en lernmodelo de specialisto por ĉi-etapo. Uzante la koncepton de egaleco de ĉiuj studobjektoj, oni povas skribi

$$A=E,$$

kie E estas matrico, elementoj de kiu

$$e_{ij} = 1/(m \cdot n); \; i = 1,...,n; \; j = 1,..., n.$$

Konsiderante, ke en diversaj instrusistemoj depende de regiono aŭ ŝtataneco, specifikeco de la fako, estas uzataj diversaj sistemoj de notoj aŭ de notdiapazonoj, procentoj, ni enkonduku en pririgardon fermitan aron

$$Q \supseteq \{q_1, \ldots q_r\}, \qquad (4)$$

kie $q_i$ - elementoj (i=1,...,r) de r-nota sistemo en aro Q.
Surbage de (1),(2), (4), oni povas krei ekvaciojn por kalkulo de aprioraj absolutaj notoj de studentaj scioj je ciu k-a etapo de lernprocezo

$$q[k] = \sum_{i,j=1}^{i=i_k, j=j_k} a_{ij} q_{ij} \left( \sum_{i,j=1}^{i=i_k, j=j_k} a_{ij} \right)^{-1} \qquad (5)$$

kie laŭ k-a etapo de lernprocezo oni opinias vican ekzamenon, studkontrolon aŭ defendadon de iu laboraĵo por iu studobjekto.
En normigita prezento ekvacio (5) aspektas

$$q^H[k] = \frac{1}{q_r} q[k], \qquad (6)$$

kie $q^H$ - estas normigita apriora noto por scioj de lernanto je k-a etapo de studado en aro:

$$q^H[k] \in [0;1]; \qquad (7)$$

$q_r$ - maksimuma noto en iu el sistemoj, difinataj laŭ (4).

Konsiderante gravecon de antaŭemenciita komunikado inter studento kaj instruisto dum akiro de scioj pri iu aŭ aliu studobjekto, ni formuligu metodikon de pritakso de tiu ĉi apriora aktivecnoto en komuna apriora faktoro, do, en baza noto de studento. Kun tiu celo ni enkonduku funkcion $F_a$, kiu karakterizigas ĉeestkalkulon kiel pruvigon de iu fakto, sed ne nepran ĝian logikan neceson. Surbaze de nocioj de logiko, simila funkcio povas esti nomita **funkcio de aserteco** kaj por ĝi oni povus skribi sekvan ekvacion:

$$F_a[s] = n[s](N[s])^{-1} \qquad (8)$$



kie n estas kvanto de lecionoj, partoprenitaj de studento; N - kvanto de jam pasitaj lecionoj al iu diskreta tempo s.
Enkonduko de diskretaj tempecaj interrilatoj permesas krei ekvaciojn kiel

$$F_a[s] = f(N[s]) \qquad (9)$$

t.e. enkonduki paŝpostpaŝan eksperimenton. Datumoj N kaj n estas aposterioraj datumoj por la lernanto al la s-a momento de lecionoj
Grafiko de aserteca funkcio $F_a[s]$ apartenas al integrala tipo, lige al kiu en la fina diskreto de studadtempo s=sf oni povas elekti la rezultan koeficienton, kiun ni nomu analorie al la funkcio koeficiento de aserteco:

$$K_{Fa} = F_a[s]\big|_{s=sf.} \qquad (10)$$

Por fari la bazan rangan noton de preteco de studento, t.e. de noto, integrita laŭ du faktoroj - apriora noto de scioj de studento je s-a etapo de lernprocezo(6) kaj koeficiento de aserteco (10), oni povas apliki diversajn tipojn de modeloj. Por nuntempa pririgardo ni prenu modelon de tipo (5). Tiam ekvacion por kalkulo de apriora faktoro de studento - integrita apriora normaligita noto por s-a momento de k-a etapo de lernprosezo - raporton pri iu φ-a studobjekto - oni povas skribi jene:

$$p^{H\varphi}[k,s] = \beta_1{}^{\varphi} q^{H\varphi}[k] + \beta_2{}^{\varphi} k_{Fa}{}^{\varphi}[s], \qquad (11)$$

kie $\beta_1{}^{\varphi}$ kaj $\beta_2{}^{\varphi}$ - estas pezeckoeficientoj, kiuj havas la sekvan econ:

$$\beta_1^{\varphi} + \beta_2^{\varphi} = 1. \qquad (12)$$

Apriora faktoro de studento, ricevata per la ekvacio (11), estas normigita kaj ricevas sekvajn signifojn en universo:

$$p^{H\varphi}[k,s] \in_{[0;1]}. \qquad (13)$$

Por alkonduki noton (11) al aro Q(4), kutima por konforma klerigsistemo, ni skribu la jenon:

$$p^{\varphi}[k,s] = p^{H\varphi}[k,s] q_r. \qquad (14)$$

Kalkukata per formulo (14) surbaze de aprioraj datumoj ranga apriora faktoro de preteco de la studento, venas je dispono kaj de la instruisto, kaj de la studento antaŭ kontrólaranĝoj je ĉiu k-a etapo de studado . Tiu apriora ranga faktoro iĝas la bazo por pritakso de studento mem kaj de instruisto pretecnivelon de studento al la vica etapo.
Rezulton de realigo de kontrolaranĝo ni nomu aposteriora pritakso de scioj de lernanto pri la studobjekto. Noto en tiu etapo estas farata per tradicia metodo laŭ rezultoj de dialogo de instruisto kun studento. Estas tute nature, ke tiu procezo ne ĉiam povas plene respeguli veran nivelon de scioj de la studento. Tion povas kaŭzi nesukcesa vortigo de la respondo, specifikeco de stato de studento, tempolimiteco por enhavoriĉa interparolo, diversaj faktoroj de ekzamenprocezo. Ĝuste en tiu etapo dum decido pri

fina pritakso de scioj de studento pri la studobjekto oni konsideras tre grava atenti pri antaŭe pririgardita apriora noto, do, apriora faktoro de studento. Rezulte de komuna kalkulo de apriora faktoro de studento kaj aposteriora noto pri ekzamenprocezo eblas la plej objektiva pritakso de scioj de lernanto ĝenerale.

Kompleksa pritakso de scioj de studento $P_{ko}$ povas esti formulita tiel:

$$\mathbf{P}^{\varphi}{}_{KO} = \alpha^{\varphi}{}_1 \mathbf{P}^{\varphi}{}_1 + \alpha^{\varphi}{}_2 \mathbf{P}^{\varphi}{}_2, \qquad (15)$$

kie $\alpha^{\varphi}{}_1$ kaj $\alpha^{\varphi}{}_2$ estas pezeckoeficientoj: $\alpha^{\varphi}{}_1 + \alpha^{\varphi}{}_2 = 1$; $P^{\varphi}{}_1$ kaj $P^{\varphi}{}_2$ - estas signifoj de konformaj apriora faktoro kaj aposteriora noto laŭ rezultoj de ekzamenigo.

Realigo de proponitaj modeloj surbaze de modernaj komputilaj rimedoj permesas ricevi tuj la necesajn rezultojn. La studento havas eblecon konsideri bazon por kalkulo de rezulta noto.

Korelacia analizo de ricevitaj rezultoj malkovras eblecojn por relativaj notoj de laboro de unu aŭ aliu instruisto, efektiveco de konkreta instruplano.

Tial, konforme al kreita en tiu ĉi laboraĵo matematika bazo de ranga apriora-aposteriora pritakso de scioj de lernantoj estas kreataj eblecoj realigi retrokupladon celante reguladon de procezo de preparado de la lernanto pri ĉiu studobjekto, kaj ankaŭ pri studadplano de la fako aŭ de specialiĝo kaj ĝian realigadon entute.

*Literaturo*

**Ŝirokov L.A., Panĉenko V.M., Zakorjukin V.B.:** *Pritakso de nivelo de scioj ĉe lernantoj.* En kolekto "Informaciaj teknologioj en klerigado kaj metalurgio". -- Moskvo, MISIS, 1999.

Tradukis Jekaterina Bebenina

Ricevita 2001-07-16

Adreso de la aŭtoro: Prof. Dr. habil. L.A. Ŝirokov, Moskva ŝtata Industria Universitato, Avtozavodskaja 16, Katedro 34, Moskvo, Rusio

*Methodology of complex evaluation of learners wisdom and of realisation effectivity of instruction process (Summary)*

The present paper proposes a method for objective complex evaluation of learners' wisdom, based on a complex of aprioric and aposterioric notes. A mathematical model is elaborated, to form a complex note, basic principles of ranging of these components and giving of conform weight quotients. On the base of aprioric-aposterioric notes, a method is proposed, to evaluate the effectivity of realisation of instruction process and adequacy of teachers for the tasks of instruction curriculum.

grkg / Humankybernetik
Band 42 · Heft 3 (2001)
Akademia Libroservo / IfK

## Le Principe de Bayes / La principo de Bayes

de Zdeněk PŮLPÁN, Hradec Králové (CZ)

Nous attirons l'attention sur la possibilité de décider à l'aide d'un principe de Bayes. Celui-ci résulte de l'évaluation de la probabilité conditionnelle et de l'hypothèse de décomposition de l'ensemble fondamental (ou de disjonction vu la possibilité installée).

Nous proposons aussi une généralisation de la notion de fusion.

Ni atentigas pri la eblo decidi helpe de principo de Bayes. Tiu rezultas el takso de la kondiĉa probablo kaj la hipotezo de diserigo de la baza aro (aŭ de disigo konsiderinte la enkondukitan eblon).

Ni proponas ankaŭ ĝeneraligon de la nocio de fuzio.

1. *Principe classique de Bayes*

Soient $\Omega$ l'ensemble fondamental, $A_\Omega$ l'ensemble des événements définis sur $\Omega$, $P$ la loi de probabilité sur $A_\Omega$. La probabilité conditionnelle $p(A/B)$ pour $B \in A_\Omega$, induite par $P$, est définie pour tout $A \in A_\Omega$ par la relation

1. *Principo klasika de Bayes*

Estu $\Omega$ la baza aro, $A_\Omega$ la aro de la eventoj difinitaj sur $\Omega$, $P$ la leĝo de probablo sur $A_\Omega$. La kondiĉa probablo $p(A/B)$ por $B \in A_\Omega$, induktita de $P$, estas difinita por ĉiu $A \in A_\Omega$ pere de la rilato

$$p(A/B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}, \quad \text{si } P(B) > 0 \qquad (1)$$
$$= 0, \quad \text{si } P(B) = 0.$$

Nous pouvons facilement nous assurer que $p(A/B)$ est bien une probabilité, car

Ni facile povas certigi nin, ke $p(A/B)$ ja estas probablo, ĉar

$$p(B/B) = 1; p(A/B) \geq 0; p(\bigcup_i A_i / B) = \sum_i p(A_i / B),$$

où les $A_i$ sont des éléments disjoints de $A_\Omega$, $i \in I$, et où $I$ est un ensemble au plus dénombrable. Nous utiliserons la décomposition de l'ensemble $\Omega$ en une famille d'ensembles vides $B_i$, $i \in I$, où $I$ est au plus dénombrable

kie ĉiuj $A_i$ estas disaj elementoj de $A_\Omega$, $i \in I$, kaj kie $I$ estas aro maksimume nombrebla. Ni uzas la diserigon de la aro $\Omega$ en familio de malplenaj aroj $B_i$, $i \in I$, kie $I$ estas maksimume nombrebla

a) $B_i \cap B_j = \emptyset$ pour $i \neq j$ (disjonction réciproque)

b) $\bigcup_{i \in I} B_i = \Omega$ (couverture $\Omega$ d'ensembles)

Soit maintenant une décomposition $S = \{B_i\}_{i \in I}$ de l'ensemble $\Omega$, où $B_i \in A_\Omega$, $i \in I$. Pour tout $A \in A_\Omega$, compte tenu des propriétés de $P$, nous avons

Estu nun diserigo $S = \{B_i\}_{i \in I}$ de la aro $\Omega$, kie $B_i \in A_\Omega$, $i \in I$. Por ĉiu $A \in A_\Omega$, atentante la ecojn de $P$, ni havas

$$P(A) = P(A \cap \Omega) = P(A \cap (\bigcup_i B_i)) = P(\bigcup_i (A \cap B_i)) =$$
$$= \sum_{i \in I} P(A \cap B_i) = \sum_{i \in I} P(B_i) \cdot p(A/B_i) \qquad (2)$$

et aussi

kaj ankaŭ

$$p(B_i / A) = \frac{P(B_i \cap A)}{P(A)} = \frac{P(B_i) \cdot p(A/B_i)}{\sum_i P(B_i) \cdot p(A/B_i)}, \text{ si } P(A) > 0 \quad (3)$$

$$= 0, \qquad \text{si } P(A) = 0$$

La relation (2) est dite relation de probabilité absolue, la relation (3) est la relation de Bayes.

*Exemple 1:* Soit $X$ un ensemble de symptômes. Désignons par $\Omega = 2^X$ l'ensemble des parties de $X$. Nous considérons une décomposition de l'ensemble $\Omega$ en tenant compte de la présence de certains éléments de décomposition ou de l'absence de symptômes fondamentaux relatifs une maladie donnée; parmi un ensemble de maladies et pour des classes de décomposition $B_i$ on sera réciproque univoque.

S'il y a des probabilités $P(B_i)$ pour des diagnostics proposés et des probabilités conditionnelles $p(A/B_i)$ pour l'ensemble des symptômes observés $A$ relatifs à chaque diagnostic considéré $B_i$, $i \in I$, nous pouvons déterminer selon (3) pour chaque i $\in I$ la probabilité conditionnelle $p(B_i/A)$. Décisions vu les valeurs numériques réciproques $p(B_i/A)$, $i \in I$. Plus concerètement soit $X = \{x_1, x_2, \dots, x_k\}$ l'ensemble final des symptômes fondamentaux, par exemple $x_1$ « temperature élévé », $x_2$ « douleurs abdominales », ..., $x_k$ « arthrose articulaire coxal » et nous ajoutons réciproquement univoque à chaque élément $\omega \in \Omega = 2^X$ un vecteur $k$-composé $\vec{v}(\omega) = (a_1, a_2, \dots, a_k)$ tellement que $a_i = 1$ ou plutôt 0 si $x_i \in \omega$ ou bien $x_i \notin \omega$.

Si existe un système des symptômes vu maladies $n_1, n_2, \dots, n_l$, $1 < 2^k$, bien formé, il est possible de déterminer cette décomposition $S$ sur $\Omega$ (ou bien sur l'ensemble de toutes $k$-termes progressions 0 - 1), que l' on peut identifier quelques classes de décomposition avec les maladies $n_1, n_2, \dots, n_l$. Soit $S = \{B_i\}_{i=1}^q$ où $q$ nombre des éléments de décomposition $S$; les $B_i$ sont créés par certaines progressions $k$-élémentaires $\vec{v}(\omega)$ lesquelles présentent les diagnostics. Nous recevrons les estimations par points $P(B_i)$ comme l' addition des grand-nombres relatifs des diagnostics étendus dans $B_i$. Nous recevrons pareillement les estimations par points des probabilités conditionnelles $p(A/B_i)$ comme les sommes des grand-nombres des diagnostics de $A$ dans l'ensemble des diagnostics appartenant à $B_i$.

La rilato (2) nomiĝas rilato por la kompleta probablo, la rilato (3) estas tiu de Bayes.

*Ekzemplo 1*: Estu $X$ aro da simptomoj. Ni signu $\Omega = 2^X$ aron da ĉiuj subaroj de la aro $X$. Ni pripensu diserigon de la aro $\Omega$ konsiderante, ke nur certaj elementoj de diserigo reprezentos ĉeeston aŭ malĉeeston de fundamentaj simptomoj de unu certa malsano; inter la aro de malsanoj kaj por la klasoj de la diserigo $B_i$ estos reciproke unusenca rilato.

Se ekzistas probabloj $P(B_i)$ por la proponitaj diagnozoj kaj la kondiĉaj probabloj $p(A/B_i)$ por aro de observitaj simptomoj $A$ rilate al ĉiu pripensata diagnozo $B_i$, $i \in I$, ni povas determini laŭ (3) por ĉiu i $\in I$ la kondiĉan probablon $p(B_i/A)$. La decidon ni pripensas rilate al la reciprokaj valoroj $p(B_i/A)$, $i \in I$.

Pli konkrete, ke $X = \{x_1, x_2, \dots, x_k\}$ estu la fina aro de la bazaj simptomoj, ekz. $x_1$ « altigita temperaturo », $x_2$ « ventrodoloroj », $x_k$ « artrozo de koksa artiko », kaj ni aldonu reciproke unusence al ĉiu elemento $\omega \in \Omega = 2^X$ $k$- mezuran vektoron $\vec{v}(\omega) = (a_1, a_2, \dots, a_k)$ tiel ke $a_i = 1$ , respektive 0, se $x_i \in \omega$ aŭ $x_i \notin \omega$.

Se ekzistas ĝuste formita sistemo de la simptomoj rilate al la malsanoj $n_1, n_2, \dots, n_l$, $1 < 2^k$, eblas determini tiun ĉi diserigon S sur $\Omega$ (sur la aro de ĉiuj $k$-membraj sinsekvoj 0-1), tiel ke kelkajn ĝiajn klasojn de diserigo oni povas identigi kun malsanoj $n_1, n_2, \dots, n_l$. Estu $S = \{B_i\}_{i=1}^q$, kie $q$ estu nombro de elementoj de la diserigo $S$, $B_i$ estas kreataj per certaj $k$-elementaj sinsekvoj $\vec{v}(\omega)$, kiuj estu diagnozoj.

La punktajn pritaksojn de la probabloj $P(B_i)$ ni ricevos per sumo de relativaj frekvencoj de diagnozoj ekzistantaj ene de $B_i$. Ni ricevos simile ankaŭ la punktajn pritaksojn de la kondiĉaj probabloj $p(A/B_i)$ kiel sumojn de relativaj frekvencoj el $A$ en la aro da diagnozoj apartenantaj al $B_i$.



Cependant nous y avons quelques problèmes. Le premier problème consiste en fait que les estimations par points des probabilités sont fiables seulement s' il s' agit de nombre suffisant choix vaste fortuit. Vu en par exemple décisions médicales, nous avons besoin de grand nombre des diagnostics partiels fortuits. Le deuxième problème consiste en évaluation des diagnostics partiels lesquels doivent plus précisement caractériser l'état mieux que par exemple un patient a ou il n'a pas des douleurs abdominals.

Si nous remplaçons par exemple poste $x_1$ par une valeur numérique de la température corporelle par exemple au précis ±0,1°C, nous avons ici sauf deux états possibles et aussi à peu près 50 de nouvelles possibilités de températures corporelles. Cela évidemment signifie déjà par exemple dans 3 diagnostics pareils et il faut constater les estimations des probabilités pour 125.000 états possibles! Cela donc clairement est impossible.

Note: On peut atténuer la condition de décomposition $\Omega$ pour la validité de la relation de Bayes (3) par condition d'une $P$-décomposition de cette manière: Le système $T = \{B_i\}_{i \in I}$ des ensembles $B_i \in A_\Omega$ est le système des ensembles $P$-disjonctifs si

Tamen ni havas tie kelkajn problemojn. Unu konsistas en tio, ke la punktaj pritaksoj de la probabloj estas fidindaj, nur se ili devenas de sufiĉe vasta hazarda elekto. Rilate al tio, ke ekzemple en kuracistaj decidoj oni bezonas eĉ grandan nombron da partaj diagnozoj, oni devas fari la bezonatajn pritakson surbaze de relative granda elekto. La dua problemo troviĝas en la prijuĝo de partaj diagnozoj, kiuj devas eliri el pli preciza karakteristiko de la stato ol ekz. el tio, ke la paciento havas aŭ ne havas ventrodoloron.

Se ni ekzemple anstataŭos la eron $x_1$ per mezurvaloro de la korpa temperaturo, ekzemple kun precizeco ±0,1°C, ni ricevos anstataŭ pritakso de du eblaj statoj eĉ kvindekon da novaj eblaj mezurvaloroj de korpotemperaturo. Tio signifas, ke jam dum tri similaj diagnozoj ni devas konstati pritaksojn de probabloj pro 125 000 eblaj statoj ! Tio komprebeble ne eblas.

Rimarko: La kondiĉon de diserigo de $\Omega$ por la valideco de la rilato de Bayes oni povas malfortigi per kondiĉo de $P$-diserigo jene : La sistemo $T = \{B_i\}_{i \in I}$ de la aroj $B_i \in A_\Omega$ estas la sistemo de $P$-disjunktaj aroj, se

(4)

a) $P(B_i \cap B_j) = 0$ pour/por $i \neq j$,

b) $P(\bigcup_i B_i) = 1$,

c) $P(B_i) > 0, i \in I$.

La validité (3) sous condition (4) résulte de (4) et signifie pour $P(A)$ la relation (5):

La valideco (3) sub kondiĉo (4) rezultas el tio, ke el (4) elfluas por $P(A)$ rilato (5):

$$P(A) = P(A \cap \bigcup_i B_i) = \sum_{i \in I} P(A \cap B_i). \quad (5)$$

Nous avons vu que l'utilisation de la décision de Bayes avec plus grand nombres des postes évalus suppose une enquête vaste de choix. C'est pourquoi nous essayons de remplacer le mesurage vaste par les estimations spécialisées des conditions de fusion d'ensembles $\underset{\sim}{A}$ et $\underset{\sim}{B}_i$ $i \in I$.

## 2. *Principe flou de Bayes*

Supposons d'avoir le nouveau ensemble fondamental $\Omega$,, l'ensemble d' événements $A_\Omega$

Ni vidis, ke uzo de la decido de Bayes kun pli granda nombro de pritaksednaj eroj antaŭvidas vastajn elektajn procedojn. Tial ni klopodos anstataŭi tiun vastan mezurado per ekspertaj pritaksoj de kondiĉoj de funkcioj de svagaj aroj $\underset{\sim}{A}$ et $\underset{\sim}{B}_i$ , $i \in I$.

## 2. *Svago-principo de Bayes*

Ni supozu havi denove la bazan spacon $\Omega$, aron de la eventoj $A_\Omega$ kaj probablon $P$ sur $A_\Omega$ . Ni procedu analoge la la klasika

et la probabilité $P$ sur $A_\Omega$. Procédons analogiquement avec un cas classique.

Fusions vu $A_\Omega$ il y a événement chaque fusion (sous) l'ensemble $\underset{\sim}{A}$ de l'ensemble $\Omega$ .

Pour sa fonction d' appartenance $\mu_A$ est valable

kazo.

Svaga evento rilate al $A_\Omega$ estas ĉiu svaga (sub)aro $\underset{\sim}{A}$ de la aro $\Omega$ , por kies funkcion de aparteneco $\mu_A$ validas

$$\mu_A^{-1}(I) \in A_\Omega \tag{6}$$

pour chaque intervalle $I \subset \langle 0\ ;1\rangle$.

por ĉiu intervalo $I \subset \langle 0\ ;1\rangle$.

La probabilité $P(\underset{\sim}{A})$ pour la fusion d' événement avec la fonction d' apartenance $\mu_A$ est définie par (7):

Probablo $P(\underset{\sim}{A})$ de la svaga evento kun funkcio de la aparteneco $\mu_A$ estas difinita per (7):

$$\mathcal{P}(\underset{\sim}{A}) = \int_\Omega \mu_A dP = E\,(\mu_A). \tag{7}$$

La probabilité conditionnelle $q$ pour la fusion d' événement $\underset{\sim}{A}$ avec la condition de fusion d' événement $\underset{\sim}{B}$ est définie presque comme dans un cas classique (4) par (8):

La kondiĉa probablo $q$ por la svaga evento $\underset{\sim}{A}$ estas sub la kondiĉo de svaga evento $\underset{\sim}{B}$ difinita simile kiel en la klasika kazo (4) pere de (8):

$$q(\underset{\sim}{A}/\underset{\sim}{B}) = \frac{\mathcal{P}(\underset{\sim}{A}\cap \underset{\sim}{B})}{\mathcal{P}(\underset{\sim}{B})}, \quad \text{si } \mathcal{P}(\underset{\sim}{B}) > 0$$
$$= 0, \quad \text{si } \mathcal{P}(\underset{\sim}{B}) = 0. \tag{8}$$

Avons maintenant la plus nombreuse progréssion $\{\underset{\sim i}{B}\}$, $i \in I$ de fusion d' événements de l'ensemble $\Omega$. La validité de fusion d' événements du principe de Bayes est conditionné par l'accomplissement des relations d'équivalence (9) et (10) pour quelconque événement de fusion $\underset{\sim}{A}$ de l'ensemble $\Omega$:

Nun ni havu la plej multnombran sinsekvon $\{\underset{\sim i}{B}\}$, $i \in I$ de svagaj eventoj de la aro $\Omega$. La valideco de svago-principo de Bayes estas poste kondiĉita per plenumo de ekvivalentaj rilatoj (9) kaj (10) por ajna svaga evento $\underset{\sim}{A}$ de la aro $\Omega$:

$$P(\underset{\sim}{A}) = \sum_{i\in I} \mathcal{P}(\underset{\sim}{A} \cap \underset{\sim i}{B}) \tag{9}$$

$$q(\underset{\sim i}{B}/\underset{\sim}{A}) = \frac{\mathcal{P}(\underset{\sim i}{B})\cdot q(\underset{\sim}{A}/\underset{\sim i}{B})}{\sum_j \mathcal{P}(\underset{\sim j}{B})\cdot q(\underset{\sim}{A}/\underset{\sim j}{B})}, i \in I. \tag{10}$$

Cherchons donc une condition pour la fusion de l'ensemble $\underset{\sim i}{B}$, $i \in I$, à la validité (9) pour chaque fusion de l'ensemble $\underset{\sim}{A}$ de l'ensemble $\Omega$.

Ni serĉu tial la kondiĉon pro svagaj aroj $\underset{\sim i}{B}$, $i \in I$, al la valideco de (9) por ĉiu svaga aro $\underset{\sim}{A}$ de la aro $\Omega$.

Système de fusion des ensembles $\{\underset{\sim i}{B}\}$, $i \in I$ accomplissant (9) pour chaque fusion de l'en-

Sistemon de la svagaj aroj $\{\underset{\sim i}{B}\}$, $i \in I$,



semble $\underset{\sim}{A}$ nous appellons un système de fusion des ensembles disjoints.

kiu plenumas la (9) por ĉiu svaga aro $\underset{\sim}{A}$ ni nomu sistemo de svagaj disjunktaj aroj.

Nous analysons le problème de fusion de disjonction tout d'abord aux exemples.

Ni analizu la problemon de svaga disjunkteco unue surbaze de ekzemploj.

*Exemple 2:* Soit $\Omega = \langle 0\ ;10\rangle$ et décomposition de probabilité donée par densité de $f(x)$

*Ekzemplo 2* : Estu $\Omega$ = <0;10> kaj sur ĝi diserigo de probabloj donita per denseco $f(x)$

$$f(x) = \tfrac{1}{25}x; \qquad 0 \le x \le 5$$
$$= -\tfrac{1}{25}x + \tfrac{2}{5}; \qquad 5 < x \le 10.$$

Système de fusion des ensembles $\{\underset{\sim i}{B}^1\}_{i=1,2,3}$ sera tout d'abord un système des ensembles normaux (inscripts sans doute comme fusion de l'ensemble) avec fonctions correspondantes

Sistemo de svagaj aroj $\{\underset{\sim i}{B}^1\}_{i=1,2,3}$ estos unue sistemo de normalaj aroj (enskribitaj cetere kiel svagaj aroj) kun funkcioj de aparteneco:

$$\mu_{B_1^1}(x) = 1 \text{ pour } x \in \langle 0;3\rangle$$
$$= 0 \text{ pour } x \notin \langle 0;3\rangle,$$
$$\mu_{B_2^1}(x) = 1 \text{ pour } x \in \langle 3;6\rangle$$
$$= 0 \text{ pour } x \notin \langle 3;6\rangle,$$
$$\mu_{B_3^1}(x) = 1 \text{ pour } x \in \langle 6;10\rangle$$
$$= 0 \text{ pour } x \notin \langle 6;10\rangle.$$

Ensuite

Poste

$$\mathcal{P}(\underset{\sim 1}{B}^1) = \int_\Omega \mu_{B_1^1}(x)f(x)dx = 0{,}18, \quad \mathcal{P}(\underset{\sim 2}{B}^1) = 0{,}50, \quad \mathcal{P}(\underset{\sim 3}{B}^1) = 0{,}32;$$

il est clair qu'il faut être valable $\sum_{i=1}^3 P(B_i) = 1$.

klaras, ke devas validi $\sum_{i=1}^3 P(B_i) = 1$.

Pour fusioner l'ensemble $\underset{\sim}{A}$:

Por la svaga aro $\underset{\sim}{A}$:

$$\mu_A(x) = \tfrac{1}{3}x - \tfrac{1}{3};\ 1 \le x \le 4$$
$$= -\tfrac{1}{3}x + \tfrac{7}{3};\ 4 \le x \le 7$$
$$= 0 \text{ autre part/alie}$$

par calcul nous recevrons $\mathcal{P}(\underset{\sim}{A}) = \int_\Omega \mu_A(x)\cdot f(x)dx = 0{,}444$.

ni per kalkulo ricevos $\mathcal{P}(\underset{\sim}{A}) = \int_\Omega \mu_A(x)\cdot f(x)dx = 0{,}444$

Considérant intersection de deux fusions d'ensembles ou au sens de la définition de Zadeh ou Lukasiewicz (ou d'autre) nous recevrons dans notre cas de choix du système $\{B_i^1\}$ $_{i=1,2,3}$ des valeurs égales

Se ni konsideras la intersekcion de la du svagaj aroj aŭ en la senco de la difino de Zadeh aŭ Lukasiewicz (aŭ eĉ alia), ni ricevos en na kazo de elekto de sistemo $\{B_i^1\}$ $_{i=1,2,3}$ egalajn valorojn

$$P(\underset{\sim 1}{B}^1 \cap \underset{\sim}{A}) = 0{,}062, \quad P(\underset{\sim 2}{B}^1 \cap \underset{\sim}{A}) = 0{,}357, \quad P(\underset{\sim 3}{B}^1 \cap \underset{\sim}{A}) = 0{,}024.$$

Ici vraiment est valable (9). Notre système de fusion des ensembles $\{\underset{\sim i}{B}^1\}$ $_{i=1,2,3}$ lequel

Ĉi tie fakte validas (9). Nia sistemo de svagaj aroj $\{\underset{\sim i}{B}^1\}$ $_{i=1,2,3}$ kiu reprezentas

présente un système des ensembles disjoints au sens de disjonction des ensembles normaux. C'est aussi un système des ensembles disjoints (au sens des définitions mentionnées de l'intersection de fusion des ensembles) est ici une valable fusion du principe de Bayes.

Nous installons maintenant un autre système de fusion des ensembles $\{\underset{\sim i}{B}^2\}_{i=1,2,3}$ défini comme suit:

sistemon de disjunktaj aroj en la senco de disjunkteco de normalaj aroj, estas same sistemo de svagaj disjunktaj aroj (en la senco de menciitaj difinoj de intersekcio de svagaj aroj) kaj ankaŭ tie validas la svago-principo de Bayes.

Nun ni enkonduku alian sistemon de svagaj aroj $\{\underset{\sim i}{B}^2\}_{i=1,2,3}$ difinitaj jene :

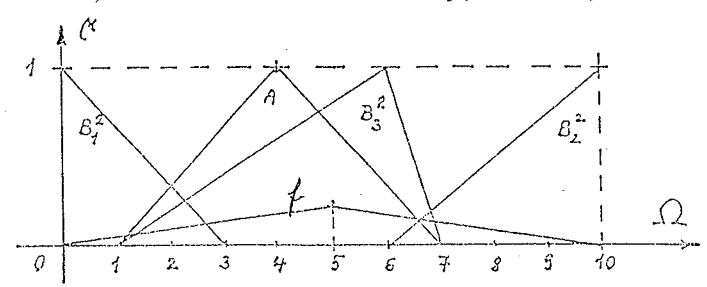
$$
\begin{aligned}
\mu_{B_1^2}(x) &= -\tfrac{1}{3}x+1;\ 0\le x\le 3\\
&= 0;\ \text{autre part/alie}\\
\mu_{B_2^2}(x) &= \tfrac{1}{4}x-\tfrac{3}{2};\ 6\le x\le 10\\
&= 0;\text{autre part/alie}\\
\mu_{B_3^2}(x) &= \tfrac{1}{5}x-\tfrac{1}{5};\ 1\le x\le 6\\
&= -x+7;\ 6\le x\le 7\\
&= 0;\text{autre part/alie.}
\end{aligned}
$$

Nous pouvons nous imaginer ce système en qualité d'une certaine représentation non claire classification définie sur $\Omega$.

Fusions installées des ensembles ne sont pas disjonctives au sens de Zadeh (ici se trouve $\mu_{A\cap B}(x) = min(\mu_A(x),\mu_B(x))$) ni de définition de Lukasiewicz (ici $\mu_{A\odot B}(x) = max\ (\mu_A(x) + \mu_B(x) - 1;\ 0)$ intersection de deux fusions des ensembles (voir dess.1)

Ni povas imagi, ke la donita sistemo de svagaj aroj reprezentas certan neklaran klasifikon difinitan sur $\Omega$.

La svagaj aroj tiel instalitaj ne estas disjuntaj en la senco de Zadeh (tie $\mu_{A\cap B}(x) = min(\mu_A(x),\mu_B(x))$), nek en la senco de difino de Lukasiewicz (tie $\mu_{A\odot B}(x) = max\ (\mu_A(x) + \mu_B(x) - 1;\ 0)$ de intersekcio de du svagaj aroj (vidu bildon 1).




Dessin 1

Pour ce système de fusion des ensembles $\{\underset{\sim i}{B}^2\}_{i=1,2,3}$ nous avons

$\mathcal{P}(\underset{\sim 1}{B}^2) = 0{,}06;\ \mathcal{P}(\underset{\sim 2}{B}^2) = 0{,}107;\ \mathcal{P}(\underset{\sim 3}{B}^2) =$ 0,043.

Nous voyons que $\sum_{i=1}^{3}\mathcal{P}(\underset{\sim i}{B}^2)\neq 1$.

Pour intersectionner des fusions des ensembles déterminés selon la définition de Zadeh du minimum nous avons

Por tiu sistemo de svagaj aroj $\{\underset{\sim i}{B}^2\}_{i=1,2,3}$ ni havas

$\mathcal{P}(\underset{\sim 1}{B}^2) = 0{,}06;\ \mathcal{P}(\underset{\sim 2}{B}^2) = 0{,}107;\ \mathcal{P}(\underset{\sim 3}{B}^2) =$ 0,043.

Ni vidas ke . $\sum_{i=1}^{3}\mathcal{P}(\underset{\sim i}{B}^2)\neq 1$

Por intersekcio de svagaj aroj, determinitaj laŭ la difino de minimumo de Zadeh, ni havas



$$\mathcal{P}(\underset{\sim}{A}\cap \underset{\sim 1}{B}^2) = 0{,}027;\ \mathcal{P}(\underset{\sim}{A}\cap \underset{\sim 2}{B}^2) = 0{,}010;\ \mathcal{P}(\underset{\sim}{A}\cap \underset{\sim 3}{B}^2) = 0{,}347$$

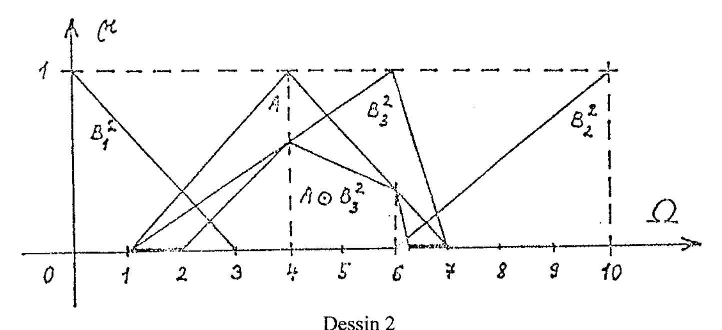
$$\sum_{i=1}^{3}\mathcal{P}(\underset{\sim}{A}\cap \underset{\sim i}{B}^2) = 0{,}384 \neq 0{,}444 = \mathcal{P}(\underset{\sim}{A}).$$

Si nous faisons le calcul des intersections de l'ensemble $\underset{\sim}{A}$ avec la fusion des ensembles $\underset{\sim i}{B}^2$, $i$ = 1, 2, 3 avec l'aide de la conjoction de Lukasiewicz nous recevons (voir dessin 2) dans cette hypothèse la même mesure fondamentale de probabilité donnée par la valeur $f(x)$:

Se ni faras kalkulon de intersekcio de svaga aro $\underset{\sim}{A}$ kun la svagaj aroj $\underset{\sim i}{B}^2$, i = 1, 2, 3 helpe de la konjunkcio de Lukasiewicz, ni ricevos, (vidu sur la bildo 2), se ni supozas la saman bazan probablo-mezuron donitan per la valoro $f(x)$ :

$$\mathcal{P}(\underset{\sim}{A}\odot \underset{\sim 1}{B}^2) = 0;\ \mathcal{P}(\underset{\sim}{A}\odot \underset{\sim 3}{B}^2) = 0{,}198;\ \mathcal{P}(\underset{\sim}{A}\odot \underset{\sim 2}{B}^2) = 0,$$

$$\sum_{i=1}^{3}\mathcal{P}(\underset{\sim}{A}\odot \underset{\sim i}{B}^2) = 0{,}198 \neq \mathcal{P}(\underset{\sim}{A}).$$




Dessin 2

Intersection $\underset{\sim}{A}\odot \underset{\sim 3}{B}^2$

Dans les deux cas mentionnés donc le principe de fusion de Bayes (9) n'est pas valable. Nous voyons autrement qu' il y a des cas quand (9) est valable mais dans situation importante pour pratique ce principe n'est pas valable.

Essayons maintenant atténuer la condition (9) pour que le principe de Bayes comporte aussi complètement les cas classiques (3) de non-fusions disjonctives des ensembles du système $\{\underset{\sim i}{B}\}_{i\in I}$, qui couvre $\Omega$.

Pour fusions - Bayes décisions on trouve important convenablement estimer $q(\underset{\sim i}{B}/\underset{\sim}{A})$ où $\underset{\sim i}{B}$, $i \in I$ sont des fusions différentes de

En ambaŭ menciitaj kazoj do ne validas la svago-principo de Bayes (9). Ni vidas, de ja ekzistas kazoj, kiam (9) validas, sed en la situacio, kiu estas grava por la praktiko, tiu principo tamen ne validas.

Nun ni klopodu malfortigi la kondiĉon (9) tiel, ke la svago-principo de Bayes enhavu ankaŭ ĉiujn klasikajn kazojn (3) de la disjunktaj nesvagaj aroj de la sistemo $\{\underset{\sim i}{B}\}_{i\in I}$, kiu kovras $\Omega$.

Por la svago-decidado laŭ Bayes estas grave konvene pritaksi $q(\underset{\sim i}{B}/\underset{\sim}{A})$ , kie $\underset{\sim i}{B}$, $i \in I$ estas diversaj svagaj aroj, kies unuigo de portantoj estas $\Omega$, kiel estis antaŭe men-

l'ensemble, dont l'unité des porteurs est $\Omega$, comme il était mentionné toutefois en cas classique (non-flou) forme $\underset{\sim}{B}_i$, i $\in$ I décomposition $\Omega$ ici vu l'utilisation plus général nous ne cherchons pas à la supposition pour fusions des ensembles $\underset{\sim}{B}_i$, $i \in I$, leurs fusions réciproque disjonction vu quelqu'une définition de l'intersection (Půlpán, 1997). Soit donné un ensemble d' événements $A_\Omega$ et une probabilité $P$ sur $A_\Omega$. Soit donné aussi un système de fusion des ensembles $\{\underset{\sim}{B}_i\}$ $i \in I$ dont porteurs couvrent $\Omega$ et soit $\underset{\sim}{B}_i$, $i \in I$ il y a fusions d' événements. Pour chaque fusion l'ensemble $\underset{\sim}{B}_i$, $i \in I$ déterminons une nouvelle fusion $\underset{\sim}{B}_i^0$ comme suit:

ciite, kvankam en klasika (nesvaga) kazo formas $\underset{\sim}{B}_i$, $i \in I$ diserigon de $\Omega$, tie, konsiderante pli ĝeneralan uzon, ni ne strebas supozi por la svagaj aroj $\underset{\sim}{B}_i$, $i \in I$, ilian reciprokan svagan disjunktecon rilate al iu difino de la interseckio (Půlpán, 1997). Estu donita aro da eventoj $A_\Omega$ kaj probablo $P$ sur $A_\Omega$. Plue ni havu sistemon de svagaj aroj $\{\underset{\sim}{B}_i\}$ i $\in I$, kies portantoj kovras $\Omega$ kaj la eventoj $\underset{\sim}{B}_i$, $i \in I$ estu svagaj eventoj. Por ĉiu svaga aro $\underset{\sim}{B}_i$, $i \in I$ ni difinu novan svagan aron $\underset{\sim}{B}_i^0$ tiamaniere:

(11) $$\mu_{B_i^0}(x) = \inf_{j \neq i, j \in I} \max(\mu_{B_i}(x) - \mu_{B_j}(x); 0) \qquad x \in \Omega; i \in I.$$

Il est clair que $\underset{\sim}{B}_i^0$ puis présente aussi la fusion d' événement consiérant $A_\Omega$.

Maintenant définissons la probabilité conditionnelle $q(\underset{\sim}{B}_i / \underset{\sim}{A})$, la fusion d' événement $\underset{\sim}{B}_i$ avec la condition de fusion d' événement n'importe quel $\underset{\sim}{A}$ (vu $A_\Omega$.) nouvellement par relation (12):

Estas klare, ke $\underset{\sim}{B}_i^0$ ankaŭ poste estas svaga evento rilate al $A_\Omega$.

Nun ni difinu kondiĉan probablon $q(\underset{\sim}{B}_i / \underset{\sim}{A})$, de la svaga evento $\underset{\sim}{B}_i$ sub kondiĉo de ajna svaga evento $\underset{\sim}{A}$ (rilate al $A_\Omega$.) tute nove per la rilato (12):

(12) $$q_1(\underset{\sim}{B}_i / \underset{\sim}{A}) = \frac{\mathcal{P}(\underset{\sim}{B}_i^0) \cap \underset{\sim}{A})}{\mathcal{P}(\underset{\sim}{A})}; \; i \in I.$$

Si fusions de l'ensemble $\underset{\sim}{B}_i$, $i \in I$ sont interprétables comme les ensembles normaux disjoints de $A_\Omega$ couvrant $\Omega$ il y a $\underset{\sim}{B}_i^0 = \underset{\sim}{B}_i$, $i \in I$ et il est valable (2) et (3).

Nous pouvons construire l'intersection de la fusion des ensembles dans l'expression pour probabilité dans le numérateur de l'expression (12) selon les définitions différentes. L'utilisation dépend du problème examiné et de l'expérience de l'usager.

*Exemple 3:* Calculons pour données numériques de l'exemple 2 valeurs

Se la svagaj aroj $\underset{\sim}{B}_i$, $i \in I$, interpreteblaj kiel disjunktaj normalaj aroj el $A_\Omega$, kovranta $\Omega$, estas $\underset{\sim}{B}_i^0 = \underset{\sim}{B}_i$, $i \in I$, kaj validas (2) kaj (3).

Intersekcio de la svagaj aroj en la esprimo por probablo en la numeratoro de la esprimo (12) povas esti konstruita laŭ diversaj difinoj; ĝia uzo dependas de la problemo, kiu estas esplorata, kaj de la spertoj de uzanto.

*Ekzemplo 3*: Ni kalkulu por la datoj el la ekzemplo 2 valorojn



$q_1(\underset{\sim}{B}_i^{10} / \underset{\sim}{A})$ et $q_1(\underset{\sim}{B}_i^{20} / \underset{\sim}{A})$ pour $i = 1,2,3$ selon (12) et utilisons l'interprétation de fusion de l'intersection de Zadeh.

Tout d'abords nous déterminons les fusions correspondantes de l'ensemble: il est valable $\underset{\sim}{B}_i^{10} = \underset{\sim}{B}_i, i = 1,2,3.$

De plus nous avons calculé

$q_1(\underset{\sim}{B}_i^{10} / \underset{\sim}{A})$ *kaj* $q_1(\underset{\sim}{B}_i^{20} / \underset{\sim}{A})$ por $i = 1,2,3$ laŭ (12) kaj ni uzu la interpretadon de svago-intersekcio laŭ Zadeh.

Unue ni determinos la koncernajn svagajn arojn : Validas $\underset{\sim}{B}_i^{10} = \underset{\sim}{B}_i, i = 1,2,3.$

Plue ni elkalkulis:

$\underset{\sim}{B}_1^{20}$ :

$$\mu_{B_1^{20}}(x) = \begin{cases} \mu_{B_1^2}(x) & \text{pour/por } x \in \langle 0; 1) \\ -\frac{8}{15}x + \frac{6}{5} & \text{pour/por } x \in \langle 1; \frac{9}{4}) \\ 0 & \text{autre part/alie;} \end{cases}$$

$\underset{\sim}{B}_2^{20}$ :

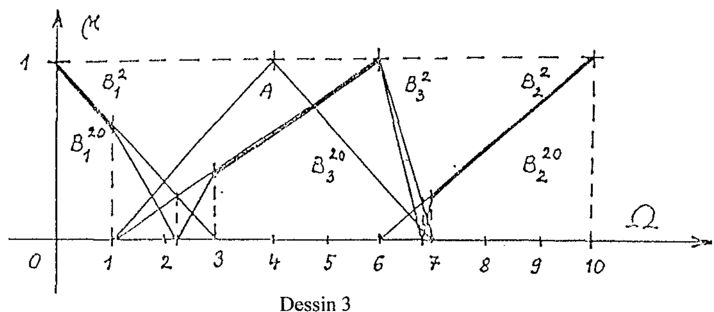
$$\mu_{B_2^{20}}(x) = \begin{cases} = 0 & \text{pour/por } x \leq \frac{34}{5} \\ \frac{5}{4}x - \frac{17}{2} & \text{pour/por } \frac{34}{5} < x \leq 7 \\ \mu_{B_2^2}(x) & \text{pour/por } 7 < x \leq 10; \end{cases}$$

$\underset{\sim}{B}_3^{20}$ :

$$\mu_{B_3^{20}}(x) = \begin{cases} \frac{8}{15}x - \frac{6}{5} & \text{pour/por } \frac{9}{4} < x \leq 3 \\ \mu_{B_3^2}(x) & \text{pour/por } 3 < x \leq 6 \\ -\frac{5}{4}x + \frac{17}{2} & \text{pour/por } 6 < x \leq \frac{34}{5}; \\ 0 & \text{autre part/alie.} \end{cases}$$

Sur dessin 3 nous avons marqué la modification de la fusion des ensembles $B_i^2, i = 1,2,3.$

Sur la bildo 3 ni markis la modifon de la svaga aro $B_i^2, i = 1,2,3.$




Dessin 3

Ensuite dans le premier cas il y a selon (12)

Do en la unua kazo estas laŭ (12)

$$q_1(\underset{\sim}{B}_1^1 / \underset{\sim}{A}) = \frac{1}{\mathcal{P}(\underset{\sim}{A})} \cdot \int_\Omega \min(\mu_{B_1^{20}}(x), \mu_A(x)) \cdot f(x)dx = \frac{0{,}062}{0{,}444} = 0{,}14$$

$$q_1(\underset{\sim}{B}_2^1 / \underset{\sim}{A}) = 0{,}90 \qquad q_1(B_3^1 / \underset{\sim}{A}) = 0{,}2.$$

Dans le deuxième cas il y a selon (12)

En la dua kazo estas laŭ (12)

$$q_1(\underset{\sim 1}{B^2} / \underset{\sim}{A}) = 0{,}02 \qquad q_1(\underset{\sim 2}{B^2} / \underset{\sim}{A}) = 0{,}00; \qquad q_1(\underset{\sim 3}{B^2} / \underset{\sim}{A}) = 0{,}68.$$

Il est clair vu la définiton de la fusion des ensembles $\underset{\sim i}{B^0}$ et vu (12) nous ne pouvons pas attendre une validité générale de la relation $\sum_{i \in I} q_1(\underset{\sim i}{B} / \underset{\sim}{A}) = 1$, analogiquement en égard pour non-fusions de probabilité conditionnelle dans aucune interprétation de fusion de l'intersection.

Estas klare, ke koncerne de la difino de svagaj aroj $\underset{\sim i}{B^0}$ kaj de (12) ni ne povas atendi ĝeneralan validecon de la rilato $\sum_{i \in I} q_1(\underset{\sim i}{B} / \underset{\sim}{A}) = 1$, analogian en la rilato por nesvagaj kondiĉaj probabloj en neniu el la interpretadoj de svagaj intersekcioj.

Nous pouvons comprendre les valeurs $q_1(B_i / \underset{\sim}{A})\ i \in I$ comme mesure de l'exactitude de la décision pour l'alternative $\underset{\sim i}{B}$ avec la condition $\underset{\sim}{A}$ et considérer le vecteur $\vec{Q}_A$(si $card\ (I) = n$)

Valoroj $q_1(B_i / \underset{\sim}{A})\ i \in I$ povas esti komprenataj kiel mezuroj de ekzakteco de decido por la alternativo $\underset{\sim i}{B}$ sub la kondiĉo $\underset{\sim}{A}$ kaj prikonsideri vektoron $\vec{Q}_A$(si $card\ (I) = n$)

$$\vec{Q}_A = (q_1(\underset{\sim 1}{B} / \underset{\sim}{A}),\ q_1(B_2 / \underset{\sim}{A}), \cdots, q_1(B_n / \underset{\sim}{A})). \tag{13}$$

Il est possible de normaliser ce vecteur de cette manière pour faire chaque $q_1(B_i / \underset{\sim}{A})$ passer à $q_1^*(\underset{\sim i}{B} / \underset{\sim}{A}) \geq 0$ de cette façon pour que

Tiun vektoron eblas normigi tiel, ke ĉiu $q_1(B_i / \underset{\sim}{A})$ transiru en $q_1^*(\underset{\sim i}{B} / \underset{\sim}{A}) \geq 0$ tiel, por ke

$$\sum_{i \in I} q_1^*(\underset{\sim i}{B} / \underset{\sim}{A}) = 1. \tag{14}$$

Valeurs normalisées $q_1^*(\underset{\sim i}{B} / \underset{\sim}{A})$ ensuite peuvent être interprétées comme une balance de décisions particulières $\underset{\sim i}{B}$ avec la supposition de connaissance de $\underset{\sim}{A}$ (par exemple la décision précedente de $\underset{\sim}{A}$).

Normigitaj valoroj $q_1^*(\underset{\sim i}{B} / \underset{\sim}{A})$ poste povas esti interpretataj kiel pesiloj de unuopaj decidoj $\underset{\sim i}{B}$, kondiĉe ke konatas $\underset{\sim}{A}$ (ekzemple la antaŭa decido $\underset{\sim}{A}$).

On propose cependant encore une deuxième possibilité de détermination $q(\underset{\sim i}{B} / \underset{\sim}{A})$, et cela par relation (15)

Oni tamen proponas ankoraŭ alian eblon determini $q(\underset{\sim i}{B} / \underset{\sim}{A})$, nome per la rilato (15):

$$q_2(\underset{\sim i}{B} / \underset{\sim}{A}) = \frac{\mathcal{P}(\underset{\sim i}{B^0} \cap \underset{\sim}{A})}{\sum_{j \in I} \mathcal{P}(\underset{\sim j}{B^0} \cap \underset{\sim}{A})};\ i \in I. \tag{15}$$

Prenons en considération que le nominateur en (14) ne doit pas atteindre la valeur $\mathcal{P}(\underset{\sim}{A})$ et la valeur correspondante $q_2(\underset{\sim i}{B} / \underset{\sim}{A})$ présente ensuite une mesure remplaçante la valeur $P(\underset{\sim i}{B^0} \cap \underset{\sim}{A})$ en somme $\sum_{j \in I} \mathcal{P}(\underset{\sim j}{B} \cap \underset{\sim}{A})$.

Pour $q_2$ de (15) cependant est valable directement

Tie ni prikonsideras, ke la nominatoro en (14) ne devas akiri valoron $\mathcal{P}(\underset{\sim}{A})$ kaj la koncerna $q_2(\underset{\sim i}{B} / \underset{\sim}{A})$ poste estas mezuro de reprezento de la valoro $P(\underset{\sim i}{B^0} \cap \underset{\sim}{A})$ en sumo $\sum_{j \in I} \mathcal{P}(\underset{\sim j}{B} \cap \underset{\sim}{A})$. Por $q_2$ el (15) rekte validas tamen

$$\sum_{j \in I} q_2(\underset{\sim j}{B} / \underset{\sim}{A}) = 1.$$



*Exemple 4:* Pour les données selon les exemples précédents 2 et 3 et encore pour l'interprétation de Zadeh sur l'intersection de la fusion des exemples nous avons

*Ekzemplo 4:* Por la datoj el la antaŭaj ekzemploj 2 kaj 3 kaj denove por la interpretado de intersekcio de svagaj aroj laŭ Zadeh ni havas

$$q_1^*(\underset{\sim 1}{B^2} / \underset{\sim}{A}) \doteq 0{,}03 = q_2(\underset{\sim 1}{B^2} / \underset{\sim}{A})$$
$$q_1^*(\underset{\sim 2}{B^2} / \underset{\sim}{A}) \doteq 0{,}00 = q_2(\underset{\sim 2}{B^2} / \underset{\sim}{A})$$
$$q_1^*(\underset{\sim 3}{B^2} / \underset{\sim}{A}) \doteq 0{,}97 = q_2(\underset{\sim 3}{B^2} / \underset{\sim}{A}).$$

Dans notre cas les deux résultats sont presques identiques.

En nia kazo estas ambaŭ rezultoj preskaŭ identaj.

*Conclusion :* On signale des problèmes liés à un essai de généralisation naissant du principe de Bayes au cas flou. Cette généralisation présente des analogies avec le principe probabiliste classique. On présente un moyen, parmi d'autres, de parvenir au résultat par une adaptation au caractère flou des ensembles $\underset{\sim i}{B}$, $i \in I$, ou « recouvrement flou » de l'ensemble fondamental Ω. Il est alors possible d'utiliser ce principe généralisé pour prendre des décisions et de l'exprimer sous forme d'arbre.

*Rédigé par Robert Vallée, Paris*

*Konkludo:* Oni menciis problemojn kiuj ekestas dum la strebo enkonduki la principon de Bayes ankaŭ por svagaj eventoj analogie al tiu ĉi principo en la klasika teorio de probablo. Unu el la eblaj solvoj de tiu ĉi problemo estas adaptado de svagaj aroj $\underset{\sim i}{B}$, $i \in I$, kiuj poste formas „svagan kovron" de la baza aro Ω.

Estas ankaŭ eble uzi tiun ĉi principon en decidado, kaj eblas bildigi ĝin per arboforma grafikaĵo.

*tradukita en ILon de Claus Günkel, Eschweiler*

*Références/Literaturo*


**Cox, E.:** *The Fuzzy Systems*, Handbook, 2. ed. AP Professional, Academic Press, San Diego/London/Boston/New York/Sydney/Tokyo/Toronto, 1999

**Hintika, J., Suppes, P.:** *Information and Inference*, D. Riedel Publ. Comp./Dordrecht Holland, 1970

**Mesiar, R., Piasecki, K.:** *Fuzzy disjunktnost indukovaná Bayesovým princípom,* Teória a aplikácie fuzzy mnozín IV - VII, JSMF, VVTŠ Liptovský Mikuláš, Praha, 1989

**Půlpán, Z.:** *K probematice vágnosti v humanitních vědách*, Academia, Praha,

**Zimmermann, H., J.:** *Fuzzy Set Theory and its Application*, Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London, 1996


Recivita 2001-02-06

Adreso de la aŭtoro: Prof. Dr. Zdeněk Půlpán, CSc., katedra matematiky, Univerzita Hradec Králové, Víta Nejedlého 573, 500 03 Hradec Králové (CZ)


*The Bayes principle (Summary)*

We demostrate some problems created in the situation, when the Bayes principle should be used for fuzzy phenomena analogically with a principle of a classical theory of probability. Decision processus, founded on subjective probability, are presented by Bayes principle translated in a form for fuzzy phenomena.

## Radiotexte von Max Bense gedruckt

Der Mitbegründer der *GrKG/Humankybernetik*, Max Bense (1910 – 1990), ist für Kommunikationskybernetiker - neben A.A.Moles (1920 – 1992) - der Begründer der *Informationsästhetik* und ein an Mathematik, Naturwissenschaft, Technik und Kybernetik interessierter *Philosoph*. Nun belegen seine Witwe Elisabeth Walther und seine Tochter Caroline Walther durch ihre soeben im Universitätsverlag C. Winter (Heidelberg) erschienene, 364 Seiten umfassende Sammlung und Dokumentation der zwischen 1930 und 1990 gesendeten Essays, Vorträge und Hörspiele Benses, dass er dieses Medium schon sieben Jahre nach Gründung des deutschen Rundfunks intensiv nutzte.

Max Benses früheste, noch vielfach der Geologie geltende Sprechtexte gingen infolge seiner Flucht aus Jena im Juli 1948 verloren. Die im Sammelband nicht nur dokumentierten sondern im vollen Wortlaut abgedruckten, späteren Texte fallen teils in die Philosophie (nicht zuletzt auch in die Philosophie der Kybernetik), teils in die Wortkunst. Auch als Lehrstuhlinhaber der einstigen Technischen Hochschule und späteren Universität Stuttgart hatte Bense (ganz abgesehen von seinem „progressiven" politischen Engagement, bei welchem 1965 wahrscheinlich *er* zum Präger des jahrelang provozierenden Begriffs „außerparlamentarische Opposition" wurde) ein Doppelleben zwischen Wissenschaft und Kunst geführt. Nur sehr wenige seiner Studierenden folgten ihm damals (und wurden dann zumeist auch in der um ihn entstandenen „Progressiven Gruppe" aktiv). Benses philosophische - vor allem wissenschaftstheoretische - Lehrveranstaltungen hatten einen Hörerkreis, der sich kaum überschnitt mit den Teilnehmern an seinen ästhetischen Seminaren. Dementsprechend gab es zwischen der Reihe *rot* und unseren *Grundlagenstudien* außer ihm selbst kaum eine Brücke, wenigstens nicht vor Einführung der Informationsästhetik in das philosophische Lehrangebot Benses. Die *„Radiotexte"* stellen nun seine beiden Welten nebeneinander. Auch die vermittelnden Rundfunkvorträge über Ästhetik und Informationstheorie fehlen dabei nicht.

In der interessanten Textsammlung ist - nach dem Vorwort von Elisabeth Walther - Benses eigenen Texten ein aufschlussreicher Beitrag von Harry Walter mit dem Titel *Max Bense auf Sendung* vorausgestellt. Aufschlussreich ist auch die angehängte, sorgfältige Zusammenstellung aller Rundfunk- und (auch!) Fernsehbeiträge mit Angabe von Sender, Sendezeit, etwaigen Wiederholungen usf. - und hilfreich ist das Personenregister, das den im Buchhandel für DM 128,- erhältlichen Band abschließt. (ISBN 3-8253-1062.0)

*H.Frank*

## 10a Rumania Studadsesio de AIS en Sibiu

AISRumanio okazigos sian 10-an studadsesion ekde la dua semajno de la universitata jaro 2001-2002. Ĝi komenciĝos sabaton, la 13an de oktobro, per 2-tagaj ILo-kursoj por komencantoj kaj por kandidatoj. De la 15a ĝis la 19a de oktobro okazos po (almenaŭ) du kursoj antaŭtagmeze kaj posttagmeze, i.a. pri *programita (perkomputila) instruado*, pri *bazaj ekkonoj de komunikadkibernetiko* kaj pri la *koherecstrukturo en kursplanado.* La partopreno en la fakkursoj realigotaj en ILo fare de eksterlandaj AISanoj apartenas al la regula studadplano de studentoj de filologio, precipe de la germana lingvo, en la Lucian-Blaga-Universitato Sibiu (ULBS).

Plej probable okazos dum la studadsesio jam la oficiala inaŭguro de tri pluaj „internaciaj katedroj", kiujn decidis evoluigi la Sibiua universitato kune kun AIS. ULBS estas kune kun AIS jam kreinta en la jaro 2000 en salonoj de la universitata biblioteko *„Komunikad-Kibernetikan Centron"*, kiu enhavas ĝis nun unu internacian katedron (pri *Komunikadscienco kaj Eŭrologio*). Ĝi gastigos provizore ankaŭ la novkreotajn katedrojn. Kun dato 23a de aŭgusto la rektoro de ULBS, Prof. Dr. Dr.h.c. Dumitru Ciocoi-Pop, alvokis al la estonte kvar katedroj, kies kunigo al „internacia fakultato" jam ekde la studjaro 2002/2003 estas celata, 11 pluajn AISanojn kiel gastprofesorojn de ULBS, antaŭvidante nomumi ilin „honoraj profesoroj" post la akcepto de la alvoko kaj post komenco de la laboro en ULBS. Ĝis nun jam 6 eksterlandaj profesoroj kaj adjunktoj de AIS apartenas kiel honoraj profesoroj al la universitata instruistaro de la Lucian-Blaga-Universitato, al kies fondo 1990 AIS kontribuis. (Vd. GrKG/Humankybernetik 31/2, 1990, pj 82 – 90.)

*H.Frank*

## Berliner November mit Stachowiak-Preis

Unter der Tagungsleitung von Hon.Prof. Dr. Siegfried Piotrowski findet der diesjährige *„Berliner November"* im Clubhaus der Freien Universität (Goethestraße 49) von Freitag, 9. November, 11 Uhr, bis Samstag, 14.15 Uhr, statt. Am Freitag wird in zwei parallelen Sektionen (*Linguistik* und *Kybernetik*) das Rahmenthema *„Bildung und Kommunikation in und für Europa"* behandelt. Die Trägervereinigungen des *„Berliner November"* – die *(Deutsche) Gesellschaft für Kybernetik* (vormals: *Institut für Kybernetik Berlin e.V./ Gesellschaft für Kommunikationskybernetik*, der *EuropaKlub / Gesellschaft für sprachgrenzübergreifende europäische Verständigung*, die *AIS – Internationale Akademie der Wissenschaften* (vormals: *AIS Deutschland*) – führen, wie in den Vorjahren, im Rahmen dieser Gemeinschaftstagung ihre jährlichen Mitgliederversammlungen durch; beim *EuropaKlub* und der *AIS Deutschland* werden dabei die neuen Vorstände gewählt. Am Samstag endet die Veranstaltung mit der zweiten Vergabe des Herbert-Stachowiak-Preises für Gesellschafts- und Organisationskybernetik.

*H.Frank*

## Ĉu kreiĝos *Libera Eŭropia Universitato*?

La dekano de la Pedagogia Fakultato de la Filozofo-Konstantin-Universitato (UKF) Nitra, ISKano Doc. PhDr. Ivan Szabo, CSc., estis dekretinta jam sub dato 15a de marto 2001 la starigon de *Internacia Katedro pri Interfakaj Studoj kaj Universitatpedagogio*, provizore kiel sekcio de la klerigteknologia katedro. Sub la dato 2001-09-04 li petis perletere plurajn AISanojn pri helpo en la starigo de pluaj internaciaj katedroj, ĉiuj funkciontaj kunlabore inter UKF kaj AIS. La celo estas *„la kreo de internacia fakultato, en kiun la intertempe kune kun AIS starigotaj internaciaj katedroj laŭeble jam en la universitata jaro 2002/2003 estos kunigeblaj"*. Laŭ plano evoluigata de li en interkonsiliĝo kun la prezidanto de AIS kaj kun la estrino de la klerigteknologia katedro de UKF, AProf. Dr. sc. cyb. habil. Eva Poláková, ĉi tiu internacia fakultato estos la unua fakultato de *„Libera Eŭropia Universitato ‚Academia Kelementia' Komárno / Komarom"*, kies fondo estas celita en la - de la Danubo kaj la slovaka-hungara landlimo disigita - urbo (slovake:) Komárno / (hungare:) Komarom. En ĝin AIS „enkorpiĝos" - laŭ la intenco de la iniciatoroj - en la senco klarigita en la kromvolumo 1999 de GrKG/H (pj 96 – 124). La fakultato tiam kunlaboru kun aliaj partneraj universitatoj de AIS kaj tiel fariĝos ponto unuavice al la celita internacia fakultato en la Lucian-Blaga-Universitato Sibiu.

*H.Frank*

## Hinweise auf Neuerscheinungen

Im ersten Halbjahr 2001 erschienen drei empfehlenswerte Sammelbände mit verschiedenen, kommunikationswissenschaftlich, eurologisch und interlinguistisch interessanten Beiträgen:

Hermann Zabel (Hsg.): *Denglisch, nein danke!* IFB-Verlag, Paderborn. ISBN 3-931263-20-7

Thomas A.Bauer / Gerhard E. Ortner (Hsg.): *Medien für Europa.* Verlag B+B Medien, Düsseldorf. ISBN 3-928060-09-0.

*Germanistische Beiträge 13/14.* (Festschrift für Prof. Dr. Horst Schuller) Universitätsverlag Sibiu/Hermannstadt. ISSN 1454-5144.

## Protokolo de la interkatedra komunikadkibernetika kunveno en Zagreb (okaze de la 86-a UK) 

Kadra temo: *„Revizio kaj rikolto per junaj akademiaj fortoj"*

Pro invito de OProf. Dr. habil. Helmar Frank (emeritiĝinta profesoro en la universitato Paderborn kaj honora, resp. gasta profesoro kaj provizora estro de la internaciaj katedroj en la Lucian-Blaga–Universitato Sibiu, Filozofo-Konstantin-Universitato Nitra, MGIU Moskvo kaj la Roslavla Filio de MGIU Moskvo), kunvenis merkredon, 25-an de julio, de la 9-a ĝis la 18-a horo, en Hotelo Esplanade en Zagreb okaze de la 86a UK de UEA

AProf. Dr. habil. Eva Poláková, por la katedro en Nitra

AProf. Dr. Günter Lobin, por la instruantoj de la eksa katedro en Paderborn

ASci Dr. Diana Faloba-Mihaescu por la katedro en Sibiu

Mag. Irina Gonĉarova kaj (dumtempe) Mag. Jekaterina Bebenina por la katedro en Moskvo

instruistino Natalja Maksimova por la katedro en Roslavl

kuracistino Ella Medvedeva kiel reprezentantino de OProf. Frank en Ivanovo

ADoc. Dr. Petr Chrdle, iama ĝenerala sekretario de AIS, anstataŭ la reprezentanto de OProf. Frank en Prago (Bohumil Bouzek)

Mag. Regina Grzebowska por la klerigejo de AIS en Bydgoszcz

OProf. Maŭro La Torre, prezidanto de ILEI kaj profesoro pri pedagogio de la Universitato Roma Tre.

Kiel observantoj ĉeestis proks. dudeko da aliaj partoprenantoj de la UK. Ella Medvedeva ricevis la taskon, verki la protokolon pri decidoj, Mag. Irina Gonĉarova la taskon, skribi raporton por la kongresa kuriero kaj por la fina kongresraporto de UEA.

1. OProf. Frank proponis la sekvan renkontiĝon en Nitra 2002 dum SUS 24 kaj la 7a TAKIS-konferenco, kaj eventuale trian kunvenon 2003, ĉu en la julio dum la UK en Svedio, ĉu en septembro en San Marino. Oni poste sekvis la antaŭe rete kaj papere diskonigitan tagordon kun 11 aldonaĵoj.

1.1. N. Maksimova raportis pri la plej nova katedro en MGIU-filio Roslavl kaj Mag. Gonĉarova pri simila katedro en Moskvo, AProf. Poláková pri la post plurjara preparo nun oficiale fondita katedro en Nitra (momente parto de ŝia klerigteknologia katedro), Dr. Faloba-Mihaescu pri la jam 1990 iniciatita, pasintjare kadre de la Komunikad-Kibernetika Centro en la universitata biblioteko en Sibiu oficialigita katedro, fine AProf. Lobin pri la klerigkibernetika kaj klerigteknologia fako en Paderborn, kiu restis post la emeritiĝo de OProf. Frank kaj nuligo de lia katedro. En ĉiuj menciitaj katedroj jam

ekzistas komenco de komunikadkibernetika fakbiblioteko. Pro iniciatoj de AProf. Lobin kaj OProf. Frank la katedro en Sibiu disponas pri 17, la katedro en Nitra pri 11 komputiloj, parte jam ligitaj al la interreto. La du katedroj en Rusio jam disponas pri aliro al sufiĉa kvanto da komputiloj.

1.2. Oni konstatis, ke la faka kunlaboro okazas kadre de la kibernetika sekcio de AIS. Tio estu imitmodelo por aliaj fakoj.

1.3. E. Medvedeva raportis pri unuaj kontaktoj al kaj inter universitatnivelaj klerigejoj en Ivanovo. Apenaŭ montriĝas tie ŝanco por klerigkibernetikaj fakoj, sed ja por la medicino. ADoc. Chrdle menciis fakan kunlaboron en Ĉeske Budejovice kaj Hradec Krâlové, OProf. Frank aldonis, ke lia reprezentanto B. Bouzek restarigis la kontakton de AIS al la Karla Universitato per interkonsiliĝo kun ties vicrektoro pri eksterlandaj aferoj. OProf. La Torre skizis sian ekrealiĝintan projekton pri virtuala (kvazaŭa) lernejo. Oni decidis imiti ĝin per kvazaŭa universitato resp. akademio. ADoc. Dr. Eva Bojaĝieva, partopreninta kiel observantino, deklaris sin preta desegni la virtualan konstruaĵon de la Akademio sur Monte Titano. R. Grzebowska raportis pri la AIS-klerigejo en Bydgoszcz kaj invitis al SUS 26, 22-a ĝis 27-a de septembro 2001.

1.4. Ekdiskutinte la ekzistantajn 7 projektojn priskribitajn en la aldonaĵoj al la tagordo, oni decidis enplekti kiel 8-an projekton la eventualan starigon de internacia fakultato resp. universitato en Ĉaĉak (Jugoslavio) resp. Komárno (Slovakio).

2.1. Posttagmeze oni diskutis pri la Komunikadkibernetikaj Kernkursoj (KKKK), de kiuj nur parto jam estas en TTT (retadreso: *http://www.uni-paderborn.de/extern/fb/2/Kyb.Paed/kkkk.htm*), parto eĉ ankoraŭ ne finverkita. Oni decidis, ke la kurson PR enretigu la katedro en Nitra surbaze de antaŭlaboroj de la katedro en Sibiu ĝis decembro 2001. La katedro en Roslavl celas enretigi la kurson KP1 ĝis SUS 24 en septembro 2001, kondiĉe ke la aŭtoro, OProf. Frank, bontempe havigos la tradukon en ILon. La kurson KP2 esperas sub la sama kondiĉo realigi la katedro en Moskvo ĝis februaro 2002. Pri ambaŭ kursoj ekzistas aŭdvida programo por ne plu funkcianta instruaŭtomato; kadre de planita doktoriĝtezo volas ing. Bizhan Aram en Paderborn transformi ĝin en komputilan programon. Ĝis septembro 2002 la katedro en Sibiu celas pretigi la kurson IP (Dr. Faloba-Mihaescu kun OProf. Frank) kaj ĝis decembro 2002 ankaŭ la kurson DP (Mag. A. M. Pinter kun OProf. Frank). Rilate la kursojn RT, RB kaj RR oni dependas de Mag. Trif en Sibiu. Ne klaras, kiu pritraktos la ĝis nun nur videofilme ekzistantan kurson ILoSc. AProf. Poláková celas aldoni kurson pri interkultura universitata instruado. Ĉiuj kursoj (krom la jam interretigita kurso INT) estu – paralele - en ILo kaj en nacia lingvo.

2.2. Mag. Gonĉarova konstatis, ke krom ILoSc necesas du pluaj ŝtupoj: faktipa progresiga kurso (Stoia-Materne) kaj faklingve perfektiga kurso. Ŝi estis komisiita kunordigi la koncernajn kontribuojn de la diversaj katedroj.

2.3. AProf. Poláková preparis ampleksan antaŭlaboron pri plurlingva fakvortaro. Ŝi disdonis diskedojn, kie oni kompletigu aŭ/kaj korektu ĝis la 31-a aŭgusto la fakesprimojn en la lingvoj rumana, rusa, franca kaj angla (minimume). Rilate la italan pretas kunlabori OProf. La Torre, sed ne finos antaŭ la 31-a de aŭgusto. La rezulto aperos libroforme en Nitra en septembro, kaj ĝi aldoniĝos rete al la KKKK.

2.4. Pro foresto de Mag. Pinter oni voĉlegis ŝian raporton pri la interrete kunligitaj komunikadkibernetikaj bibliotekaj sekcioj – ambicia laboro, pri kiu ŝi volas doktoriĝi. Oni decidis, ke ĉiu katedro kontribuu imitmodele per la interreta dokumentado de la propra katedra biblioteko. Mag. Pinter restos rete atingebla dum sia studjaro en Usono.

2.5. Dr. Faloba-Mihaescu ankoraŭ ne sukcesis finverki la libreton pri la dekjara historio de klerigkibernetiko en Sibiu. Tio iĝu temo de bakalaŭriĝtezo kaj inkluzivu historion de niaj aliaj katedroj.

2.6. Pri „marketingo“ de la katedroj mankis sugesto petita de Mag. Trif. Tamen ŝi kaj N. Maksimova jam kontribuis per la starigo de bildtabuloj, kiuj nun jam troviĝas en pluraj katedroj. Se ili mankas, oni direktiĝu al Mag. Trif kaj sendu prikatedrajn proponojn de interreta (TTTa) startpaĝo.

2.7. Personaj, po duopaj renkontiĝoj inter anoj de la diversaj katedroj nepre estas bezonataj por plifirmigi la kunlaboron. Mag. Bebenina raportis pri la iniciato *„Junaj akademiaj fortoj“*. Nur parte realiĝis, plej bone en Sibiu, po unu kvinopo baza (studenta), fokusa (finstudinta) kaj konsila (profesoreca). Dum la preparo de studadplanoj oni antaŭvidu la enplekton de la fokusaj kvinopoj kadre de universitata eksterlanda instrupraktikumo. Ekde nun ĉiu katedro raportos al ĉiuj aliaj ĉiumonate. La unua raporto okazu por la monatoj julio kaj aŭgusto antaŭ la fino de aŭgusto.

2.8. Fine oni aŭdis la proponon de (laŭ propono de OProf. La Torre kiel observanto invitita) s-ro Radojica Petroviĉ, paŝon post paŝo krei internacian katedron (prefere pri informadiko, pri kiu li mem kompetentas), kaj poste fakultaton en Ĉaĉak (Jugoslavio). Li ricevis iniciatcele kvarpaĝan projektproponon de OProf. Frank. La samon ricevis observanto Abdurahman C. Junusov, kiu promesis inviti al la universitato de la aŭtonoma respubliko Dagestan post antaŭa interkonsiliĝo kun la tieaj universitataj instancoj. Li kontaktiĝos pri detaloj kun N. Maksimova kaj raportos al OProf. Frank.

Zagreb, la 26-an de julio 2001 *Ella Medvedeva*
Kontrolis kaj aprobis *OProf. Dr. habil. H. Frank*




## Oficialaj Sciigoj de AIS
## Akademio Internacia de la Sciencoj San Marino

Laŭjura sidejo en la Respubliko de San Marino
Redaktita en: Kleinenberger Weg 16 B, D-33100 Paderborn,
tel.: (0049-/0-)5251-64200, fakso: (0049-/0-)5251-163533

Redakcia respondeco: OProf. Dr.habil.H. Frank Finredaktita: 1996-09-05


**Rezultprotokolo de la 45-a senatkunsido, okazinta kiel 30-minuta „kunstaro“ sekve de la AIS-prezentado la 28-an de julio 2001 en la Elektroteknika Fakultato en Zagreb, kadre de la 86-a UK de UEA.**

Ĉeestis la senatanoj Frank, Maitzen, Minnaja kaj Wickström, estis deleginta sian voĉon al la prezidanto senatano Quednau. La invito estis anoncita dum la senatkunsido en Freising kaj okazinta retpoŝte. Ne estis dubo pri la kvorumeco.

1. Konforme al la decido farita dum la antaŭa sentakunsido, la trezoristo konstatis, ke la kondiĉoj por la okazigo de SUS 24 en Bydgoszcz estas jam esence plenumitaj. La solena malfermo okazu dimanĉon 2001-09-23, je la 18-a h., la ferma solenaĵo ĵaŭdon la 27-a de septembro. La tri kandidatinoj el Rumanio, por kiuj la prezidanto transprenos de AIS Rumanio persone la kotizon la 2-an de aŭgusto, estis akceptataj.
2. SUS 25 okazu 2002-08-31/09-07 en Nitra. Oni malfermu la 2-an de spetembro matene. La konferencan parton de la programo de la kibernetika sekcio organizu la kolektiva subtena membro TAKIS (prezidantino: AProf. Dr. habil. E. Poláková) kiel 16-an Internacian Kongreson pri kibernetiko.

*Protokolis H. Frank*

## AIS – Internationale Akademie der Wissenschaften (Akademio Internacia de la Sciencoj San Marino) e.V.

(vormals AIS Deutschland e.V.)

### Einladung zur ordentlichen Mitgliederversammlung 2001 des AIS-IAW e.V.

Zwecks raum-zeitlicher Verknüpfung mit dem „Berliner November 2001“ im Clubhaus der Freien Universität Berlin (Goethestr. 49) wird hiermit dorthin auf **Freitag, 9. November, 20 Uhr** (im unmittelbaren Anschluss an die Mitgliederversammlung des EuropaKlub) eingeladen. Stimmberechtigt sind (als ordentliche oder wissenschaftliche AIS-IAW-Mitglieder) sämtliche in Deutschland wohnende oder deutsche Staatsangehörigkeit besitzende effektive oder Fördermitglieder der AIS San Marino, die für 2001 ohne Beitragsschulden sind oder einen etwaigen Rückstand (negativen Servobohnavo-Stand) spätestens vor Ort ausgleichen.

**Tagesordnung:**

1. Formalien: Stimmberechtigung, Beschlussfähigkeit, Protokoll, Tagesordnung
2. Bericht des Vorsitzenden über die Amtsperiode 2000/2001. Ausblick auf 2002
3. Kassenbericht 2000 und Ausblick auf 2001/2002
4. Diskussion über die Berichte. Evtl. Entlastungen
5. Beschlüsse über eventuell bis zum Schluss von TOP 1 schriftlich vorliegende Anträge
6. Wahl des Vorstands für die Kalenderjahre 2002/2003
7. Sonstiges.

Bei Verhinderung an der persönlichen Teilnahme wird um Stimmrechtsübertragung an ein teilnehmendes AIS-IAW-Mitglied bis zum Beginn von TOP 1 gebeten.

Paderborn, 2001-09-11

Der Vorsitzende:
*OProf. Dr.habil. Dr.h.c. Helmar Frank*
Präsident der AIS

## Oficialaj Sciigoj de TAKIS

### - Tutmonda Asocio pri Kibernetiko, Informadiko kaj Sistemiko -

Prezidantino: AProf. Dr. habil. Eva Poláková , Pedagogia Fakultato de la Filozofo-Konstantin-Universitato (PF UKF) Nitra, Tr. A. Hlinku 1, SK - 949 74 Nitra, tel./fakso: xx421-37-6511013, Retadreso: epolakova@ukf.sk

Redakcia respondeco: OProf. Dr.habil.H. Frank Finredaktita: 2001-09-10

**TAKIS** estas la *Tutmonda Asocio pri Kibernetiko, Informadiko kaj Sistemiko*. Ĉi tiu organizo devenis, en la jaro 1983 en Namur, de la *Association Internationale de Cybernétique (AIC)*, post la morto de ties prezidanto kaj fondinto, Prof. Dr. Ing. Georges R.Boulanger. La celo de TAKIS estis kaj restas, daŭrigi ankaŭ ekster Namur la tradicion de la organizita kibernetiko. Ĉi tiu tradicio, lanĉita 1956 en Namur, kulminis 1980, okaze de la *IX-a Internacia Kongreso pri Kibernetiko*, per la enkonduko de la *Internacia Lingvo (ILo) de Doktoro Esperanto* en niajn kongresojn kiel tria lingvo. La plej grava konsekvenco fariĝis la fondo de la *Akademio Internacia de la Sciencoj (AIS) San Marino*, kies precipa lingvo estas ILo kaj kie la kibernetiko estas la unua de ses sekcioj.

Poste okazis, laŭ la imitmodelo de la IX-a Internacia Kongreso, ses internaciaj konferencoj de TAKIS en diversaj eŭropaj landoj (paralele al la sama nombro de kongresoj de AIC en Namur). La venantan tian kongreson (la *XVIan Internacian Kongreson pri Kibernetiko* de la serio komencita de G.R.Boulanger kaj la 7an en la daŭrigo de ĉi tiu tradicio fare de TAKI) **organizas por 2002-09-02/06 la Filozofo-Konstantin-Universitato en Nitra, Slovakio.** Laborlingvoj estos (almenaŭ) la Angla, Germana, ILo kaj Slovaka (aŭ Ĉeĥa).

**La jarkotizo de TAKIS, 40 Eŭroj,** inkludas la abonon de nia oficiala revuo kvinlingva *GrKG/Humankybernetik* kaj – se tio vin interesas – la apartenecon al la kibernetika sekcio de AIS kaj al la *(Deutsche) Gesellschaft für Kybernetik* (antaŭe: *Institut für Kybernetik Berlin e.V. / Gesellschaft für Kommunikationskybernetik*). **La aliĝkotizo al la kongreso de Nitra estos 30 Eŭroj por niaj membroj kaj por studentoj, 70 Eŭroj por aliaj partoprenontoj.** La kongresaktoj estos inkluzivitaj. Studentoj, kiuj rezignas pri ili, pagos nur 10 Eŭrojn. - Kopiu, plenigu kaj sendu al ni la aliĝilo(j)n!

---

### ALIĜILO AL TAKIS (kiel nova membro)

Nomo (ENALFABETIGA) kaj kroma(j), individua(j) nomo(j) kaj titoloj: ......................................................

.....................................................................................................................................................

Adreso: ......................................................................................................................................

Telefono / fakso / retadreso: ....................................................................................................

Lingvo preferata (kaj krome komprenataj lingvoj): ..................................................................

Loko kaj dato: ....................................................... Subskribo:.......................................................

---

### KONGRES-ALIĜILO al la

*7-a TAKIS-Konferenco* kaj *XVI-a Internacia Kongresso pri Kibernetiko*

**Slovakio – Nitra, 2002 – 09 – 02/06**

Nomo (ENALFABETIGA) kaj kroma(j), individua(j) nomo(j) kaj titoloj: ......................................................

.....................................................................................................................................................

Adreso: ......................................................................................................................................

Titolo de eventuala prelego: ......................................................................................................

Lingvo (forstreku la ne uzotan!): Deutsch / English / ILo / slovenština (čeština) / ..............................

Loko kaj dato................................................. Subskribo:.................................................



### *Richtlinien für die Kompuskriptabfassung*

Außer deutschsprachigen Texten erscheinen ab 2001 auch Artikel in allen vier anderen Arbeitssprachen der Internationalen Akademie der Wissenschaften (AIS) San Marino, also in Internacia Lingvo (ILo), Englisch, Französisch und Italienisch. Bevorzugt werden zweisprachige Beiträge – in ILo und einer der genannten Nationalsprachen - von maximal 14 Druckseiten (ca. 42.000 Anschlägen) Länge. Einsprachige Artikel erscheinen in Deutsch, ILo oder Englisch bis zu einem Umfang von 10 Druckseiten (ca. 30.000 Anschlägen). In Ausnahmefällen können bei Bezahlung einer Mehrseitengebühr auch längere (einsprachige oder zweisprachige) Texte veröffentlicht werden.

Das verwendete Schrifttum ist, nach Autorennamen alphabetisch geordnet, in einem Schrifttumsverzeichnis am Schluss des Beitrags zusammenzustellen – verschiedene Werke desselben Autors chronologisch geordnet, bei Arbeiten aus demselben Jahr nach Zufügung von „a", „b", usf. Die Vornamen der Autoren sind mindestens abgekürzt zu nennen. Bei selbständigen Veröffentlichungen sind anschließend nacheinander Titel (evt. mit zugefügter Übersetzung, falls er nicht in einer der Sprachen dieser Zeitschrift steht), Erscheinungsort und Erscheinungsjahr, womöglich auch Verlag, anzugeben. Zeitschriftenartikel werden - nach dem Titel - vermerkt durch Name der Zeitschrift, Band, Seiten und Jahr. – Im Text selbst soll grundsätzlich durch Nennung des Autorennamens und des Erscheinungsjahrs (evt. mit dem, Zusatz „a" etc.) zitiert werden. – Bevorzugt werden Beiträge, die auf früher in dieser Zeitschrift erschienene Beiträge anderer Autoren Bezug nehmen.

Graphiken (die möglichst als Druckvorlagen beizufügen sind) und auch Tabellen sind als „Bild 1" usf. zu nummerieren und nur so im Text zu erwähnen. Formeln sind zu nummerieren.

Den Schluss des Beitrags bilden die Anschrift des Verfassers und ein Knapptext (500 – 1.500 Anschläge einschließlich Titelübersetzung). Dieser ist in mindestens einer der Sprachen Deutsch, Englisch und ILo, die nicht für den Haupttext verwendet wurde, abzufassen.

Die Beiträge werden in unmittelbar rezensierbarer Form sowie auf Diskette erbeten. Artikel, die erst nach erheblicher formaler, sprachlicher oder inhaltlicher Überarbeitung veröffentlichungsreif wären, werden in der Regel ohne Auflistung aller Mängel zurückgewiesen.

### *Direktivoj por la pretigo de kompuskriptoj*

**Krom germanlingvaj tekstoj aperos ekde 2001 ankaŭ arikoloj en ĉiuj kvar aliaj laborlingvoj de la Akademio Internacia de la Sciencoj (AIS) San Marino, do en Internacia Lingvo (ILo), la Angla, la Franca kaj la Itala. Estas preferataj dulingvaj kontribuaĵoj – en ILo kaj en unu el la menciitaj naciaj lingvoj – maksimume 14 prespaĝojn (ĉ. 42.000 tajpsignojn) longaj. Unulingvaj artikoloj aperadas en la Germana, en ILo aŭen la Angla en amplekso ĝis 10 prespaĝoj (ĉ. 30.000 tajpsignoj). En esceptaj kazoj eblas publikigi ankaŭ pli longajn tekstojn (unulingvajn aŭ dulingvajn) post pago de ekscespaĝa kotizo.**

**La uzita literaturo estu surlistigita je la fino de la teksto laŭ aŭtornomoj ordigita alfabete; plurajn publikaĵojn de la sama aŭtoro bv. surlistigi en kronologia ordo; en kazo de samjareco aldonu „a", „b", ktp. La nompartoj ne ĉefaj estu almenaŭ mallongigite aldonitaj. De monografioj estu – poste – indikitaj laŭvice la titolo (evt. kun traduko, se ĝi ne estas en unu el la lingvoj de ĉi tiu revuo) , la loko kaj la jaro de la apero kaj laŭeble la eldonejo. Artikoloj en revuoj ktp. estu registritaj post la titolo per la nomo de la revuo, volumo, paĝoj kaj jaro. - En la teksto mem bv. citi pere de la aŭtornomo kaj la aperjaro (evt. aldoninte „a" ktp.). - Preferataj estas kontribuaĵoj, kiuj referencas al kontribuaĵoj de aliaj aŭtoroj aperintaj pli frue en ĉi tiu revuo.**

**Grafikaĵojn (kiuj estas havigendaj laŭeble kiel presoriginaloj) kaj ankaŭ tabelojn bv. numeri per „bildo 1" ktp. kaj mencii en la teksto nur tiel. Formuloj estas numerendaj.**

**La finon de la kontribuaĵo konstituas la adreso de la aŭtoro kaj resumo (500 – 1.5000 tajpsignoj inkluzive tradukon de la titolo). Ĉi tiu estas vortigenda en minimume unu el la lingvoj Germana, Angla kaj ILo, kiu ne estas uzata por la ĉefteksto.**

**La kontribuaĵoj estas petataj en senpere recenzebla formo kaj krome sur diskedo. Se artikolo estus publicinda maljam post ampleksa prilaborado formala, lingva aŭ enhava, ĝi estos normale rifuzata sen surlistigo de ĉiuj mankoj.**

### *Regulations concerning the preparation of compuscripts*

In addition to texts in German will appear from 2001 onwards also articles in each four other working languages of the International Academy of Sciences (AIS) San Marino, namely in Internacia Lingvo (ILo), English, French and Italian. Articles in two languages – in ILo and one of the mentioned national languages – with a length of not more than 14 printed pages (about 42.000 type-strokes) will be preferred Monolingual articles appear in German, ILo or English with not more than 10 printed pages (about 30.000 type-strokes). Exceptionally also longer texts (in one or two languages) will be published, if a page charge has been paid.

Literature quoted should be listed at the end of the article in alphabetical order of authors' names. Various works by the same author should appear in chronological order of publication. Several items appearing in the same year should be differentiated by the addition of the letters "a", "b", etc. Given names of authors (abbreviated if necessary) should be indicated. Monographs should be named along with place and year of publication and publisher, if known. If articles appearing in journals are quoted, the name, volume, year and page-number should be indicated. Titles in languages other than those of this journal should be accompanied by a translation into one of these if possible. – Quotations within articles must name the author and the year of publication (with an additional letter of the alphabet if necessary). – Preferred will be texts, which refer to articles of other authors earlier published in this journal.

Graphics (fit for printing) and also tables should be numbered "figure 1", "figure 2", etc. and should be referred to as such in the text. Mathematical formulae should be numbered.

The end of the text should form the author's address and a resumee (500 – 1.5000 type-strokes including translation of the title) in at least one of the languages German, ILo and English, which is not used for the main text.

The articles are requested in a form which can immediately be submitted for review, and in digital form, too. If an article would be ready for publication only after much revising work of form, language or content, it will be in normal case refused without listing of all deficiencies.